

**PENERAPAN METODE *SIX SIGMA* DALAM UPAYA
PENGURANGAN *DEFECT* KARUNG PLASTIK DI PT. YANAPRIMA
HASTAPERSADA**

**SKRIPSI
TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



**NABILLA DEVI SHAKILA
NIM. 145060701111027**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 6 Juli 2018

Mahasiswa



Nabilla Devi Shakila

NIM. 145060701111027

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN METODE *SIX SIGMA* DALAM UPAYA PENGURANGAN *DEFECT* KARUNG PLASTIK DI PT. YANAPRIMA HASTAPERSADA TBK.

SKRIPSI

TEKNIK INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



NABILLA DEVI SHAKILA

NIM. 145060701111027

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada
tanggal 6 Juli 2018

Dosen Pembimbing

Nasir Widha Setyanto, ST., MT.
NIP. 19700914 200501 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri

Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19741115 200604 1 002

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Penerapan Metode Six Sigma dalam Upaya Pengurangan Defect Karung Plastik di PT. Yanaprima Hastapersada Tbk”** dengan baik.

Skripsi ini disusun sebagai bagian dari proses memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Setelah melewati berbagai tahapan, skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan, semangat, motivasi, dan dorongan dari berbagai pihak. Penulis sepatutnya menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT. yang telah memberikan rahmat, petunjuk dan ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
2. Kedua orang tua tercinta, Bapak Taufik dan Ibu Sudaryatmi serta adik tersayang Dzaky Muhammad Naufal yang selalu mendoakan tanpa henti, memberikan dukungan dalam berbagai hal, serta selalu memberikan semangat sehingga penulis termotivasi untuk menyelesaikan skripsi.
3. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya dan Ibu Rahmi Yuniarti ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri yang selalu memberikan bimbingan dalam menjalankan kegiatan perkuliahan.
4. Bapak Nasir Widha Setyanto, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing, atas kesediannya dalam meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, motivasi, ilmu yang sangat bermanfaat dan arahan serta saran-saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
5. Bapak Raditya Ardianwiliandri, ST., MMT., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan bimbingan dan arahan terhadap kegiatan akademik selama menjalani seluruh rangkaian proses dari awal penulis masuk di Jurusan Teknik Industri hingga saat ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Industri yang telah memberikan ilmu yang sangat berharga selama menuntut ilmu serta Bapak dan Ibu Staff Jurusan Teknik Industri yang sudah membantu dalam urusan kegiatan akademik maupun non akademik.

7. Bapak Samsuri dan Bapak Sigit yang telah banyak membantu, memberikan waktu, serta arahan selama penulis melakukan penelitian di PT. Yanaprima Hastapersada Tbk.
8. Faiz Reza Muhammad yang dengan setia dan sabar mendengarkan keluh kesah, selalu ada dan menemani kemanapun pergi, serta memberikan semangat untuk mengerjakan skripsi tepat waktu.
9. Teman-teman terbaik dari calobow yaitu Nadia, Amirah, Oemi, Aisyah dan Zakiyyah yang selalu memberikan semangat, motivasi, bantuan, menjadi pendengar yang baik dan menemani dalam suka maupun duka selama menjadi mahasiswa Teknik Industri.
10. Teman-teman dari CG yaitu Dhia, Winona, Ido dan Merthina yang selalu menyemangati dan memberi dukungan dalam menyelesaikan skripsi.
11. Teman-teman dari PGPHP yaitu Puguh, Rizka Dwi, Suryo dan Faiz yang selalu memberikan semangat, menemani jalan-jalan dan mengingatkan untuk mengerjakan skripsi agar cepat lulus.
12. Teman-teman yang telah memberikan dukungan, semangat dan motivasi terhadap penulis yaitu Annisa, Atikah Rahma, Luviana, Nanda, Ridho, Nadira, Cesilia, Aprilia, Nisrina, Ina Cibo, Audra Dea dan Adelia Intan.
13. Mbak Us Trijaya selaku yang memberi arahan dalam penulisan format skripsi ini sekaligus penyemangat penulis.
14. Teman-teman Teknik Industri angkatan 2014 yang telah memberikan informasi dan membantu baik secara langsung maupun doa dalam pengerjaan skripsi ini.
15. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna karena keterbatasan ilmu dari penulis dan kendala-kendala yang terjadi selama pengerjaan skripsi. Oleh karena itu, kritik dan saran diperlukan untuk penyempurnaan tulisan di waktu yang akan datang. Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk penelitian dan pengembangan yang lebih lanjut.

Malang, Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xiii
SUMMARY	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Batasan Masalah	5
1.7 Asumsi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Kualitas	9
2.2.1 Pengertian Kualitas	9
2.2.2 Biaya Kualitas dan Nilai Kualitas	9
2.2.3 Dimensi Kualitas	11
2.3 Pengendalian Kualitas	12
2.4 <i>Six Sigma</i>	13
2.5 Tahap-Tahap Pengendalian Kualitas dengan <i>Six Sigma</i>	13
2.6 Pengendalian Proses Statistik (<i>Statistical Process Control</i>)	15
2.6.1 Diagram Pareto	15
2.6.2 Peta Kontrol	16
2.6.2.1 Peta Kontrol untuk Data Atribut	17
2.6.2.2 Peta Kontrol untuk Data Variabel	18
2.6.3 Perhitungan DPMO dan Nilai <i>Level Sigma</i>	18
2.6.4 Analisis Kapabilitas Proses	19
2.6.5 Diagram Sebab Akibat	19

2.7	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	20
2.7.1	Tahapan Pembuatan FMEA.....	21
2.7.2	Nilai <i>Risk Priority Number (RPN)</i>	22
2.8	<i>Stopwatch Time Study</i>	24
2.9	Analisis Beban Kerja	26
2.10	<i>Checklist</i>	27
BAB III	METODE PENELITIAN	29
3.1	Jenis Penelitian	29
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	29
3.3	Tahap Penelitian	29
3.3.1	Tahap Pendahuluan.....	29
3.3.2	Tahap Pengumpulan Data.....	30
3.3.3	Tahap Pengolahan Data	31
3.3.4	Analisis dan Pembahasan	32
3.3.5	Kesimpulan dan Saran	33
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1	Gambaran Umum Perusahaan	35
4.1.1	Profil Perusahaan	35
4.1.2	Visi dan Misi Perusahaan	36
4.1.3	Struktur Organisasi Perusahaan.....	36
4.1.4	Produk Perusahaan.....	38
4.1.5	Proses Produksi Karung Plastik.....	39
4.2	Tahap <i>Define</i>	43
4.2.1	Identifikasi Cacat	44
4.2.2	Penetapan Tujuan Penelitian.....	46
4.2.3	Identifikasi <i>Critical to Quality (CTQ)</i>	47
4.2.4	Identifikasi Jenis Cacat dengan Diagram Pareto	48
4.3	Tahap <i>Measure</i>	49
4.3.1	Pengendalian Kualitas Proses Statistik dengan Peta Kontrol P.....	49
4.3.2	Pengukuran Tingkat Kinerja.....	54
4.3.3	Kapabilitas Proses.....	55
4.4	Tahap <i>Analyze</i>	55
4.4.1	Analisis Biaya	56
4.4.2	Diagram Sebab Akibat.....	57

4.4.2.1 Diagram Sebab Akibat Cacat Lubang.....	58
4.4.2.2 Diagram Sebab Akibat Cacat Renggang.....	62
4.4.2.3 Diagram Sebab Akibat Cacat Miss Print.....	66
4.2.3 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i>	68
4.5 Tahap <i>Improve</i>	76
BAB V PENUTUP	97
5.1 Kesimpulan	97
5.2 Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN	101





Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Jumlah Produksi dan Jumlah Produk Cacat Karung Plastik.....	2
Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Ini	8
Tabel 2.2	Konversi Nilai <i>Yield DPMO</i>	13
Tabel 2.3	Nilai <i>Severity</i>	22
Tabel 2.4	Nilai <i>Occurance</i>	23
Tabel 2.5	Nilai <i>Detection</i>	23
Tabel 2.6	<i>Westinghouse System</i>	25
Tabel 4.1	<i>Critical to Quality</i> (CTQ) Karung Plastik	47
Tabel 4.2	Perhitungan Persentase Cacat dengan Diagram Pareto	48
Tabel 4.3	Perhitungan Peta Kontrol P Cacat Anyaman Berlubang	49
Tabel 4.4	Perhitungan Peta Kontrol P Cacat Anyaman Renggang.....	51
Tabel 4.5	Perhitungan Peta Kontrol P Cacat Miss Print.....	53
Tabel 4.6	Perhitungan Nilai DPMO dan <i>Level Sigma</i>	54
Tabel 4.7	Nilai Kapabilitas Proses.....	55
Tabel 4.8	<i>Internal Failure Cost</i>	56
Tabel 4.9	Selisih Biaya <i>Internal Failure Cost</i>	57
Tabel 4.10	FMEA untuk Cacat Anyaman Berlubang.....	72
Tabel 4.11	FMEA untuk Cacat Anyaman Renggang	73
Tabel 4.12	FMEA untuk Cacat Miss Print	74
Tabel 4.13	Nilai RPN untuk Setiap Jenis Cacat	76
Tabel 4.14	Elemen Kerja Operator Sortir	79
Tabel 4.15	Data Waktu Pengamatan Elemen Kerja	80
Tabel 4.16	Hasil Uji Kecukupan Data	81
Tabel 4.17	Hasil Uji Kecukupan Data Setelah Revisi	81
Tabel 4.18	Hasil Uji Keseragaman Data	83
Tabel 4.19	Hasil Uji Keseragaman Data Setelah Revisi	83
Tabel 4.20	Hasil Perhitungan Waktu Normal.....	84
Tabel 4.21	Hasil Perhitungan Waktu Standar.....	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram pareto	16
Gambar 2.2	Diagram sebab akibat	20
Gambar 2.3	<i>Checklist</i>	27
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	34
Gambar 4.1	Struktur organisasi perusahaan	37
Gambar 4.2	Produk PP <i>woven bag</i> atau karung plastik.....	38
Gambar 4.3	Diagram alir proses produksi karung plastik	39
Gambar 4.4	Persiapan bahan baku	40
Gambar 4.5	Proses pencampuran	40
Gambar 4.6	Proses pembuatan benang plastik	41
Gambar 4.7	Proses perajutan	41
Gambar 4.8	Proses pemotongan	42
Gambar 4.9	Proses penjahitan	42
Gambar 4.10	Proses <i>printing</i>	43
Gambar 4.11	Proses <i>packaging</i>	43
Gambar 4.12	Anyaman berlubang.....	45
Gambar 4.13	Anyaman renggang.....	45
Gambar 4.14	Hasil <i>print</i> warnanya kabur dan tidak merata.....	46
Gambar 4.15	Logo tidak tercetak utuh dan tepat	46
Gambar 4.16	Diagram pareto jenis cacat karung plastik.....	48
Gambar 4.17	Peta kontrol P cacat anyaman berlubang	50
Gambar 4.18	Peta kontrol P cacat anyaman renggang	51
Gambar 4.19	Peta kontrol P cacat miss print	53
Gambar 4.20	Diagram sebab akibat cacat lubang	58
Gambar 4.21	<i>Wireheart</i> pada mesin <i>circular loom</i>	59
Gambar 4.22	Roda <i>shuttle</i> pada mesin <i>circular loom</i>	59
Gambar 4.23	<i>Shuttle</i> pada mesin <i>circular loom</i>	60
Gambar 4.24	Sensor <i>shuttle</i> pada mesin <i>circular loom</i>	60
Gambar 4.25	Diagram sebab akibat cacat renggang	62
Gambar 4.26	<i>Wireheart</i> pada mesin <i>circular loom</i>	63
Gambar 4.27	Roda <i>shuttle</i> pada mesin <i>circular loom</i>	63
Gambar 4.28	<i>Shuttle</i> pada mesin <i>circular loom</i>	64

Gambar 4.29	Sensor <i>shuttle</i> pada mesin <i>circular loom</i>	64
Gambar 4.30	Diagram sebab akibat cacat miss print.....	66
Gambar 4.31	<i>Roll anilox</i> pada mesin <i>printing</i>	67
Gambar 4.32	<i>Roll</i> karet pada mesin <i>printing</i>	67
Gambar 4.33	<i>Checklist setting</i> mesin <i>circular loom</i>	77
Gambar 4.34	<i>Checklist setting</i> mesin <i>printing</i>	78
Gambar 4.35	Peta kontrol pengecekan benang.....	82
Gambar 4.36	Meja kerja mesin <i>printing</i>	88
Gambar 4.37	Rekomendasi penambahan pengatur posisi pemasangan	88
Gambar 4.38	Baut dari pengatur posisi	89
Gambar 4.39	Pengatur posisi pemasangan karung plastik	89
Gambar 4.40	Pemasangan karung plastik.....	90





Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>Control Chart</i> Elemen Kerja.....	101
Lampiran 2	<i>Control Chart</i> (Revisi) Elemen Kerja.....	103





Halaman ini sengaja dikosongkan

RINGKASAN

Nabilla Devi Shakila, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Mei 2018, *Penerapan Metode Six Sigma dalam Upaya Pengurangan Defect Karung Plastik di PT. Yanaprima Hastapersada Tbk.*, Dosen Pembimbing: Nasir Widha Setyanto.

PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang produksi karung plastik yang berlokasi di Sidoarjo. Terdapat permasalahan pada perusahaan yaitu masih banyak produk cacat yang dihasilkan pada proses produksi. Perusahaan memiliki maksimal toleransi produk cacat adalah 3%, tetapi berdasarkan data dari perusahaan menghasilkan produk cacat melebihi batas maksimal toleransi. Produk cacat yang terbentuk yaitu jenis cacat data atribut dan variabel. Penelitian ini hanya difokuskan pada cacat atribut saja karena paling berpengaruh pada proses produksi karung plastik. Produk cacat akan memberikan kerugian bagi perusahaan jika tidak dikurangi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengendalian kualitas pada proses produksi karung plastik sebagai upaya mengurangi produk cacat.

Pada penelitian ini menggunakan metode *six sigma* dengan fase *define*, *measure*, *analyze* dan *improve*. Tahap pertama adalah fase *define* dengan menentukan jenis cacat potensial dan *Critical to Quality* (CTQ). Kedua, fase *measure* dengan melakukan perhitungan statistik menggunakan peta kontrol p, menghitung nilai DPMO, *level sigma* dan kapabilitas proses. Ketiga, fase *analyze* dengan menggunakan diagram sebab akibat untuk menemukan akar penyebab kemudian menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada proses produksi karung plastik dan diperoleh nilai RPN dari setiap kegagalan. Terakhir, fase *improve* dengan memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi jumlah produk cacat karung plastik di PT. Yanaprima Hastapersada Tbk.

Hasil dari penelitian ini bahwa pada fase *define* terdapat 3 jenis cacat potensial yaitu anyaman berlubang, anyaman renggang dan miss print dimana memiliki 3 CTQ. Pada fase *measure* terdapat 3 observasi cacat miss print dan 4 observasi cacat anyaman berlubang dan anyaman renggang diluar batas kontrol, nilai rata-rata DPMO sebesar 11.189,115, rata-rata nilai *level sigma* sebesar 3,787 dan kapabilitas proses mencapai 1,262 artinya proses cukup mampu untuk dilakukan proyek *six sigma*. Pada fase *analyze* diketahui ada 4 faktor penyebab cacat yaitu pada mesin, manusia, material dan metode. Pada fase *improve* rekomendasi yang dapat diberikan yaitu *checklist*, memberikan pelatihan kepada pekerja, penambahan alat pengatur posisi pemasangan karung plastik dan penambahan operator. Sebelum melakukan penambahan operator, dilakukan analisis beban kerja yang diterima operator sortir dengan menggunakan pengukuran *stopwatch time study*. Hasil dari perhitungan analisis beban kerja diperoleh nilai sebesar 126,7% artinya beban kerja yang diterima operator tergolong besar sehingga dilakukan penambahan 1 operator. Nilai beban kerja baru setelah penambahan operator jadi 2 operator sebesar 63,4%. Oleh karena itu, perlu penambahan operator sebanyak 1 orang.

Kata Kunci: Karung Plastik, *Six Sigma*, Diagram Sebab-Akibat, *Failure Mode and Effect Analysis*



Halaman ini sengaja dikosongkan

SUMMARY

Nabilla Devi Shakila, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, Mei 2018, Implementatin of Six Sigma Method in Plastic Bags Defect Reduction Effort at PT. Yanaprima Hastapersada Tbk., Academic supervisor: Nasir Widha Setyanto.

PT. Yanaparima Hastapersada Tbk. is one of the companies which engages in the field of plastic bags production located in Sidoarjo. There is a problem in company that is still a lot of defective products in the production process. The company has a maximum tolerance of defective products by 3% but based on data from the company resulted in defective products exceed the maximum limit of tolerance. The defective product that formed is the type of data attribute and variabel defects. This research only focuses on attribute defects only because the most influential on the production process of plastic bags. Defective products will provide great losses if not reduced. Therefore, it is necessary to apply the quality control in the production process of plastic bags as an effort to reduce the defect product.

This research using the method of six sigma with Define, Measure, Analyze and Improve phase. The first stage is the define phase by determining the type of potential defects and Critical to Quality (CTQ). Second, measure phase by doing statistical calculation using control chart p, calculate DPMO value, level sigma and process capability. Third, analyze phase by using cause and effect diagram to find the root cause the use Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to identify potential failure in plastic bags production process and obtained RPN value from each failure. Last, improve phase by give provide recommendations to reduce the number of defective plastic bags products in PT. Yanaprima Hastapersada Tbk.

The result of this research that in the define phase there are 3 types of potential defects that hollow webbing, woven webbing and miss print has 3 CTQ. In the measure phase there are 3 miss print defect observations and 4 observations of hollow webbing defects and woven webbing out of the control limit, the average value DPMO of 11.189,115, the average level sigma of 3,787 and the process capability of 1,262 means that the process is sufficient to six sigma projects. In the analyze phase know there are 4 factors causing defects that is on machine, man, material and method. In the phase of improve, given recommendations that can applied are checklist, provide training to workers, the addition of plastic bag positioning equipment ant the addition of operator. Before to the addition of operators, an analysis of workloads received by the sortir operator by using stopwatch time study. Te result of the calculaton of workload analysis obtained a value of 126,7% means that the workload received by the operator is large so that the addition of 1 operator. The value of new workload after the addition of operator into 2 operators by 63,4%. Therefore, it is necessary to add operators as much as 1 person.

Keywords: Plastic bag, Six Sigma, Cause and Effect Diagram, Failure Mode and Effet Analysis



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I PENDAHULUAN

Sebelum melakukan penelitian diperlukan hal-hal penting yang digunakan sebagai dasar dalam pelaksanaan. Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan asumsi penelitian.

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri pada saat ini meningkat pesat. Permintaan terhadap suatu barang pun semakin meningkat sehingga menyebabkan pelanggan menjadi semakin kritis dalam menentukan pilihannya untuk membeli dan menggunakan suatu produk. Hal ini menyebabkan terjadinya persaingan kompetitif antara industri yang memiliki produk-produk sejenis. Perusahaan harus dapat memenuhi permintaan pelanggan agar dapat bertahan di pasar. Salah satu cara yang dapat dilakukan perusahaan yaitu dengan menentukan dan menjalankan strategi yang tepat agar mampu bertahan dalam menghadapi persaingan.

Di dalam dunia industri kualitas merupakan suatu hal sangat penting bagi perusahaan. Kualitas merupakan unsur utama untuk mempertahankan pelanggan. Oleh karena itu, kualitas suatu produk harus diperhatikan oleh perusahaan. Menurut Garvin (1998) kualitas dilihat dari sudut pandang manufaktur merupakan kesesuaian barang dihasilkan dengan ketentuan yang telah ditetapkan. Apabila barang tidak sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan dinamakan dengan produk cacat. Dalam proses produksi selalu terdapat produk cacat, karena produk cacat tidak dapat dihilangkan dengan sempurna tetapi perusahaan dapat meminimalisasi atau mengurangnya.

Strategi yang tepat perlu diterapkan oleh perusahaan agar dapat menghasilkan kualitas produk baik. Untuk menghasilkan kualitas produk baik diperlukan upaya perbaikan terus-menerus terhadap proses produksi tersebut. Salah satu cara untuk menghasilkan kualitas agar sesuai dengan standar atau spesifikasi yang telah ditentukan yaitu dengan menerapkan suatu sistem pengendalian kualitas tepat dan sesuai sehingga dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan kualitas produk.

Salah satu industri yang memproduksi karung plastik adalah PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. Bahan baku utama dalam pembuatan karung plastik yaitu biji plastik.

Perusahaan dalam memproduksi karung plastik sesuai dengan permintaan pelanggan. Perusahaan menerapkan sistem produksi *make to order*. Sehingga jumlah karung plastik diproduksi oleh perusahaan setiap harinya tidak sama. Produk karung plastik yang diproduksi perusahaan memiliki ukuran yang berbeda-beda sesuai dengan permintaan pelanggan. Perusahaan selalu melakukan pengawasan terkait proses produksi dan produk yang dihasilkan. Pengawasan yang dilakukan perusahaan meliputi inspeksi produk pada masing-masing *work station* yang ada serta pengawasan terkait produk jadi yang akan dikirim ke pelanggan. Dalam proses produksi karung plastik tidak lepas dari produk cacat yang dihasilkan. Perusahaan memiliki permasalahan yaitu masih adanya produk cacat dihasilkan selama proses produksi karung plastik berlangsung. Hal ini menyebabkan pelanggan merasa tidak puas dengan produk yang dihasilkan oleh perusahaan. Perusahaan memiliki target maksimal untuk produk cacat adalah 3% dari jumlah produk diproduksi. Tabel 1.1 menampilkan data jumlah produksi dan jumlah produk cacat pada bulan Januari – November 2017.

Tabel 1.1

Jumlah Produksi dan Jumlah Produk Cacat pada Bulan Januari – November 2017

Bulan Produksi	Jumlah Produksi	Jenis Cacat Produk					Jumlah Produk Cacat	Persentase (%)
		Anyaman Berlubang	Anyaman Renggang	Miss Print	Lebar Lipatan	Jarak Jahit		
Januari	330.910	4.056	3.967	2.967	1.160	464	12.614	3.8%
Februari	361.150	4.356	4.631	3.219	1.170	468	13.844	3.8%
Maret	348.181	4.267	4.162	3.476	739	504	13.148	3.8%
April	317.391	4.089	3.921	2.856	956	520	12.342	3.9%
Mei	335.906	4.467	3.756	3.109	1.137	535	13.004	3.9%
Juni	353.112	4.098	4.129	3.342	1.154	462	13.185	3.7%
Juli	332.335	3.898	3.967	3.052	704	553	12.174	3.7%
Agustus	323.789	3.967	3.524	2.978	1.216	487	12.172	3.8%
September	331.329	4.089	3.821	2.730	906	359	11.905	3.6%
Oktober	293.857	3.724	3.425	3.120	865	524	11.658	4.0%
November	348.587	4.667	4.536	3.071	902	439	13.615	3.9%
Desember	313.998	3.979	3.623	2.913	1.109	408	12.032	3.8%

Dari Tabel 1.1 dapat diketahui bahwa masih adanya produk cacat timbul selama proses produksi karung plastik dari bulan Januari – November 2017. Persentase produk cacat pada proses produksi karung plastik yaitu sekitar 3.6 – 4.0% dari jumlah diproduksi. Hal ini berarti masih adanya produk cacat timbul dalam proses produksi karung plastik, dimana nilai tersebut masih melebihi batas yang diizinkan oleh perusahaan yaitu sebesar 3% dan masih belum mencapai *zero defect* sebagai upaya menuju kesempurnaan. Jumlah produk cacat yang dihasilkan pada proses produksi karung plastik tidak menentu karena jumlah yang diproduksi berbeda setiap bulannya. Dari tabel diperoleh informasi bahwa tidak menutup kemungkinan ketika produksi sedikit akan menghasilkan jumlah produk cacat yang

lebih sedikit pula dibandingkan produksi yang lebih besar. Adanya produk cacat pada proses produksi karung plastik dapat merugikan perusahaan dari segi biaya karena harus menjual produk dibawah harga patokan, waktu proses terbuang karena melakukan inspeksi produk dan jumlah produk yang dihasilkan.

Pada proses produksi karung plastik, cacat yang terbentuk yaitu jenis cacat data cacat data atribut dan data variabel. Terdapat lima jenis cacat pada proses produksi karung plastik yaitu anyaman berlubang, anyaman renggang, miss print, lebar lipatan tidak sesuai standar, dan jarak jahit tidak sesuai standar. Anyaman berlubang, anyaman renggang, dan miss print merupakan termasuk kedalam jenis cacat data atribut. Jenis cacat data atribut merupakan ketidaksesuaian pada produk karung plastik dengan karakteristik mutu yang tidak dapat dinyatakan dalam bentuk angka tetapi dinyatakan sebagai memenuhi atau tidak memenuhi spesifikasi. Sedangkan jenis cacat lebar lipatan tidak sesuai standar jarak jahit tidak sesuai standar merupakan termasuk kedalam jenis cacat data variabel. Jenis cacat data variabel merupakan ketidaksesuaian pada produk karung plastik didapatkan berdasarkan pengukuran tertentu dan dapat dinyatakan dalam bentuk angka.

Pada penelitian ini hanya difokuskan pada cacat atribut saja karena cacat atribut sangat berpengaruh pada proses produksi karung plastik dan sering terjadi pada proses produksi sehingga dapat menyebabkan kerugian bagi. Selama ini tindakan yang dilakukan terhadap produk cacat atribut hanya dengan melakukan pencatatan saja untuk mengetahui banyaknya produk cacat pada proses produksi. Dengan hanya melakukan pencatatan saja, pihak perusahaan kurang mengetahui hal-hal penyebab timbulnya produk cacat pada proses produksi karung plastik. Sedangkan untuk cacat variabel dapat dilakukan perbaikan secara langsung apabila cacat tersebut muncul ketika proses produksi berlangsung. Oleh karena itu, perlu adanya pengendalian kualitas yang optimal dan tepat untuk mencegah dan mengurangi produk cacat pada proses produksi karung plastik.

Untuk mengatasi permasalahan terkait dengan kualitas produk cacat, dapat dilakukan dengan menerapkan metode *six sigma*. Menurut Gasperz (2002) *six sigma* merupakan suatu metode untuk memperbaiki suatu proses produksi yang difokuskan untuk mengurangi variasi proses serta mengurangi cacat. Dimana metode *six sigma* ini merupakan salah satu alternatif dalam pengendalian kualitas dengan usaha dalam jangka waktu lama dan terus menerus. Terdapat keuntungan yang diperoleh oleh perusahaan apabila menerapkan metode *six sigma* yaitu dapat menghilangkan variasi yang menyebabkan pemborosan, meminimasi biaya, mengoptimalkan kualitas dari produk, meingkatkan dan memperbaiki produktivitas serta menciptakan kepuasan pelanggan.

Terdapat beberapa tahapan untuk meningkatkan kualitas pada *six sigma* yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* (DMAIC). Penelitian ini terbatas hanya pada tahap *Improve* saja dengan melakukan usulan atau rekomendasi perbaikan. Pada tahap *Analyze* digunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Menurut Gasperz (2002) FMEA merupakan suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah mode kegagalan yang mungkin terjadi. Dengan mencegah dan menghilangkan mode kegagalan, FMEA dapat meningkatkan keandalan dari produk sehingga dapat meningkatkan kepuasan pelanggan yang menggunakan produk tersebut. FMEA dapat mengidentifikasi dan mengetahui potensi-potensi kegagalan dengan menentukan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dimana didapat dari nilai *severity of effect, possible failure* dan *likelihood of detection*. Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi perbaikan sebagai upaya untuk mengurangi produk cacat serta mengetahui proses dan faktor apa saja yang menyebabkan adanya produk cacat pada proses produksi karung plastik.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi sebagai berikut.

1. Terdapat jumlah produk cacat melebihi batas yang telah ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 3.6% – 4.0% pada proses produksi karung plastik.
2. Belum diketahui faktor-faktor penyebab terjadinya produk cacat pada proses produksi plastik.
3. Upaya yang dilakukan perusahaan untuk mengurangi produk cacat pada proses produksi karung plastik belum maksimal.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Apa saja yang menjadi *Critical to Quality* (CTQ) pada proses produksi karung plastik?
2. Berapa nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan *level sigma* pada proses produksi karung plastik?
3. Bagaimana analisis penyebab terjadinya produk cacat pada proses produksi karung plastik?
4. Bagaimana usulan perbaikan yang dapat dilakukan sebagai upaya untuk mengurangi produk cacat pada proses produksi karung plastik?

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi *Critical to Quality* (CTQ) dari produk karung plastik.
2. Menentukan nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan *level sigma* dari proses produksi karung plastik.
3. Mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya produk cacat pada proses produksi karung plastik.
4. Memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi produk cacat pada proses produksi karung plastik.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan hasil mengenai analisis penyebab terjadinya produk cacat pada proses produksi karung plastik bagi perusahaan.
2. Memberikan usulan perbaikan mengenai penyebab terjadinya produk cacat pada proses produksi karung plastik bagi perusahaan.
3. Dari penelitian ini diharapkan mampu menurunkan jumlah produk cacat pada periode selanjutnya.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Penelitian ini menggunakan metode *six sigma* dan mengacu pada siklus DMAIC
2. Penelitian ini terbatas hanya pada tahap *improve*

1.7 Asumsi Penelitian

Asumsi yang digunakan pada penelitian ini yaitu proses produksi karung plastik pada PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. berjalan normal dan baik.



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian ini, diperlukan beberapa dasar teori atau referensi yang berhubungan dengan permasalahan akan diteliti. Dimana dasar teori atau referensi digunakan untuk sebagai dasar dalam pengerjaan penelitian ini. Oleh sebab itu, pada bab ini dijelaskan terkait dengan teori-teori yang digunakan dalam penelitian ini.

2.1 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini yang dapat dijadikan referensi. Berikut ini merupakan penelitian terdahulu:

1. Izmet (2015) melakukan penelitian mengenai pengurangan *defect cop* benang dengan menerapkan metode *Six sigma*. Penelitian ini mengacu dengan siklus DMAI. Hasil dari penelitian ini diperoleh nilai DPMO dan nilai *sigma* sebesar 953,035 dan 4,604. Rekomendasi atau usulan perbaikan yang diberikan untuk perusahaan yaitu untuk jenis cacat *ring touched* berupa *checklist* dan pemberian *lock nut* pada mur. Untuk jenis cacat *cop* kecil rekomendasi atau usulan perbaikan yang diberikan yaitu penggantian mur yang menyebabkan gantungan *roving* tidak stabil dan melakukan perawatan pada *spindle* dengan *checklist* pada mesin *ring spinning frame*. Sedangkan untuk cacat sisa pancing diberikan rekomendasi perbaikan dengan membuat evaluasi kerja bagi operator yang berkaitan dengan kemampuan cara memancing benang oleh operator serta pembuatan *checklist* komponen *lappet* yang dilakukan pada saat proses perawatan mesin.
2. Syamsiar (2016) melakukan penelitian dengan menerapkan siklus DMAI pada metode *six sigma* untuk meningkatkan kualitas *packaging* semen. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan penerapan siklus DMAI didapatkan nilai DPMO sebesar 1668 untuk jumlah kantong sobek dengan nilai *level sigma* mencapai 4,43. Untuk permasalahan berat semen yang keluar dari batasan perusahaan, didapatkan nilai DPMO sebesar 405,914 dan nilai *level sigma* mencapai 1,73. Untuk meningkatkan nilai *level sigma* pada kantong semen diberikan saran perbaikan dengan menambahkan *gate* pada konveyor dengan lintasan menurun dan memberikan pembatas pada lintasan tegak lurus. Untuk permasalahan pada berat semen diberikan saran perbaikan dengan melakukan pemasangan komponen yang sesuai dan melakukan perawatan rutin dengan melakukan

pemeriksaan berkala pada mesin *packer* agar nilai DPMO dapat diperkecil dan memperbesar nilai *level sigma*.

3. Putri (2017) melakukan penelitian mengenai pengurangan *defect* plastik inner dengan menerapkan metode *six sigma*. Hasil dari penelitian telah dilakukan menggunakan analisis diagram sebab akibat, FMEA dan RPN didapatkan penyebab *defect* yang sangat berpengaruh dan menjadi prioritas utama untuk dilakukan perbaikan untuk setiap jenis *defect* yaitu pada jenis *defect seal* rusak disebabkan karena kesalahan *setting* yang dilakukan oleh operator dan posisi heater tidak seimbang, pada jenis *defect* kasar dan mata ikan disebabkan karena bahan baku biji plastik daur ulang kotor dan lembab serta jenis *defect* jarak antara *seal* dan ujung plastik tidak sesuai standar disebabkan karena kesalahan *setting* dilakukan oleh operator dan pengatur jarak *seal* goyang. Rekomendasi atau usulan perbaikan yang dapat diberikan yaitu *checklist*, melakukan *training*, mengganti jenis bahan baku daur ulang yang digunakan dengan jenis pellet dan mengganti ur pada bagian pengatur jarak *seal* dengan menggunakan *doublenut*.

Ketiga penelitian diatas merupakan beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan dengan pengendalian kualitas produk cacat dengan penerapan metode *Six sigma* yang dapat dijadikan acuan pada penelitian ini. Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian saat ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1

Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Ini

No	Peneliti	Objek Penelitian	Metode	Hasil
1	Izmet (2015)	Produk Benang pada Departement Spinning B2	<i>Six sigma</i> , DMAI dan FMEA	Mengurangi <i>defect</i> cop benang dengan menerapkan metode <i>Six sigma</i> serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk perusahaan
2	Syamsiar (2016)	Packaging Semen pada PT. Semen Indonesia	<i>Six sigma</i> dan DMAI	Meningkatkan kualitas packaging semen dengan menerapkan siklus DMAI pada metode <i>Six sigma</i>
3	Supriyadi (2017)	Plastik inner di PT. Murni Mapan Makmur	<i>Six sigma</i> , DMAI, FMEA	Mengurangi <i>defect</i> plastik inner dengan menerapkan metode <i>Six sigma</i> serta memberikan rekomendasi perbaikan dan melakukan analisis dengan menggunakan diagram sebab akibat, FMEA dan menghitung nilai RPN.
4	Peneliti ini (2018)	Penerapan Metode <i>Six sigma</i> Dalam Upaya Pengurangan <i>Defect</i> Karung Plastik di PT. Yanaprima Hastapersada Tbk.	<i>Six sigma</i> , DMAI, FMEA.	Melakukan analisis penyebab cacat produk dengan fase DMAI dimana fase analisis menggunakan diagram sebab akibat dan FMEA, kemudian memberikan usulan perbaikan untuk meminimalkan produk cacat.

2.2 Kualitas

Pada sub bab ini akan dibahas terkait dengan pengertian dan dimensi kualitas.

2.2.1 Pengertian Kualitas

Kualitas merupakan suatu hal penting yang harus diperhatikan serta kunci sukses perusahaan. Kualitas sangat berpengaruh terhadap kepuasan pelanggan. Apabila kualitas yang diberikan baik dan sesuai maka pelanggan pun merasa puas dengan produk tersebut. Kualitas tidak hanya dipandang pada produk akhir saja tetapi dari keseluruhan komponen didalamnya seperti bahan baku, proses produksi, distribusi, dan lainnya. Definisi kualitas memiliki cakupan sangat luas dan berbeda-beda tergantung pada sudut pandang masing-masing. Menurut Garvin (1998) kualitas merupakan suatu kondisi dinamis dimana berhubungan dengan suatu produk, manusia atau tenaga kerja, proses tugas, serta lingkungan untuk memenuhi dan melebihi harapan pelanggan. Suatu produk dapat dikatakan berkualitas apabila dapat memenuhi spesifikasi pelanggan sehingga dapat mampu memberikan kepuasan pada pelanggan. Kualitas produk harus disesuaikan dengan selera atau harapan pelanggan. Untuk meningkatkan kualitas produk maka diperlukan peningkatan keterampilan manusia atau tenaga kerja, proses produksi serta lingkungan perusahaan agar suatu produk dapat memenuhi dan melebihi harapan pelanggan.

2.2.2 Biaya Kualitas dan Nilai Kualitas

Menurut Sofjan Assauri (2004), biaya kualitas (*Cost of Quality*) merupakan semua biaya yang dikeluarkan untuk mencapai mutu dari produk yang dihasilkan. Terdapat dua bagian besar dari biaya kualitas yaitu biaya untuk menghasilkan produk yang berkualitas dan biaya yang harus dikeluarkan karena menghasilkan produk cacat. Klasifikasi biaya kualitas menurut Russel (1996) yaitu:

1. Biaya untuk menghasilkan produk berkualitas (*cost of achieving good quality*) merupakan biaya yang harus dikeluarkan perusahaan untuk membuat produk yang berkualitas sesuai dengan keinginan pelanggan meliputi:
 - a. Biaya pencegahan (*prevention costs*) merupakan biaya untuk mencegah kerusakan atau cacat produk seperti biaya perencanaan kualitas (*quality planning costs*) untuk membuat perencanaan produk baik yang akan dihasilkan, biaya perancangan produksi (*production design costs*) untuk merancang produk sehingga produk yang dihasilkan benar-benar berkualitas, biaya pemrosesan (*process costs*) untuk dapat menjalankan proses produksi, biaya pelatihan (*training costs*) untuk mengadakan

pelatihan bagi karyawan sehingga karyawan bertanggung jawab untuk selalu membuat produk yang baik dan biaya informasi akan kualitas produk yang diharapkan pelanggan (*information costs*) untuk mengadakan survey pelanggan tentang kualitas produk yang diharapkan pelanggan.

- b. Biaya penilaian (*appraisal costs*) merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk mengadakan pengujian terhadap produk yang dihasilkan, meliputi biaya untuk mengadakan inspeksi dan pengujian (*inspection and testing costs*) untuk mengadakan pengujian terhadap produk, biaya peralatan pengujian (*test equipment costs*) untuk pengadaan alat untuk pengujian terhadap kualitas produk dan biaya operator (*operator costs*) untuk memberikan upah pada orang yang bertanggung jawab dalam pengendalian kualitas.
2. Biaya yang harus dikeluarkan karena perusahaan menghasilkan produk cacat (*cost of poor quality*) meliputi:
 - a. Biaya kegagalan internal (*internal failure costs*) merupakan biaya yang dikeluarkan perusahaan karena menghasilkan produk cacat tetapi produk cacat diketahui sebelum sampai ke pelanggan, meliputi biaya pengerjaan ulang (*rework costs*) untuk memperbaiki produk cacat, biaya yang dikeluarkan karena produk harus dibuang (*scrap costs*), biaya kegagalan proses (*process failure costs*) yaitu biaya yang harus dikeluarkan dalam proses produksi karena produk cacat, biaya yang harus dikeluarkan karena proses produksi tidak dapat berjalan sebagaimana mestinya (*process downtime costs*) dan biaya yang dikeluarkan perusahaan karena terpaksa menjual produk dibawah harga patokan karena produk yang dihasilkan cacat (*price-downgrading costs*).
 - b. Biaya kegagalan eksternal (*external failure costs*) merupakan biaya yang harus dikeluarkan perusahaan karena menghasilkan produk cacat yang telah diterima pelanggan meliputi biaya untuk penanganan keluhan pelanggan (*customer complaint costs*), biaya untuk pengembalian produk (*product return costs*), biaya untuk menangani tuntutan konsumen terhadap adanya jaminan kualitas produk (*warranty claims costs*), biaya yang harus diberikan untuk jaminan atau garansi bahwa produk yang dihasilkan baik (*product liability costs*), dan biaya karena perusahaan tidak dipercaya oleh konsumen sehingga tidak mau lagi memberi produk (*lost sales costs*).

Nilai kualitas menurut Bester 1999 (dalam Syukron dan Muhammad Kholil, 2013: 19) merupakan indeks penilaian pelanggan dimana harga yang dibayarkan pelanggan dari hasil

atau manfaat yang dirasakan karena kualitas produk atau proses sesuai dengan harapan pelanggan.

2.2.3 Dimensi Kualitas

Menurut Garvin (1988) terdapat delapan dimensi kualitas yang dari suatu produk yaitu:

1. *Performance*

Performance atau kinerja merupakan suatu spesifikasi utama berkaitan dengan fungsi produk. *Performance* atau kinerja berhubungan dengan bagaimana produk tersebut dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Hal ini seringkali dijadikan sebagai pertimbangan pelanggan untuk membuat keputusan membeli atau tidak membeli produk tersebut.

2. *Reliability*

Reliability atau keandalan merupakan suatu dimensi kualitas yang menunjukkan suatu produk dapat berfungsi dengan baik dalam waktu periode tertentu. Hal ini berkaitan dengan seberapa sering produk tersebut mengalami kegagalan dalam menjalankan kinerjanya. Suatu produk dapat dikatakan awet apabila memiliki kemungkinan kecil terjadi kegagalan atau kerusakan.

3. *Durability*

Durability atau daya tahan merupakan ukuran dari umur suatu produk dimana menunjukkan sampai kapan produk tersebut dapat digunakan oleh pelanggan. *Durability* berkaitan dengan berapa lama suatu produk dapat digunakan dan dapat diukur dari waktu ketahanan produk tersebut.

4. *Serviceability*

Serviceability atau kemampuan pelayanan merupakan suatu ciri produk berkaitan dengan kecepatan, kenyamanan, kompetensi, dan kemudahan dalam melakukan perbaikan pada suatu produk. Dimana dalam hal ini ditunjukkan oleh kesiapan dan kemudahan suatu produk pada saat diperbaiki ketika terdapat kegagalan atau kerusakan.

5. *Aesthetic*

Aesthetic atau estetika yaitu tampilan dari suatu produk tersebut. *Aesthetic* atau estetika merupakan daya tarik utama pelanggan untuk melakukan pembelian produk tersebut. Dimana hal ini berkaitan dengan ukuran, desain, ataupun warna dari produk tersebut.

6. *Features*

Features merupakan karakteristik atau spesifikasi tambahan yang mampu memberikan keunggulan dari produk-produk sejenisnya. Dimensi ini seringkali digunakan untuk

sebagai kunci dalam memenangkan kompetisi. *Features* ini berguna untuk menambah keistimewaan dari produk sehingga produk tersebut memiliki keunggulan dan kelebihan dari produk sejenis lainnya.

7. *Perceived Quality*

Perceived quality merupakan suatu dimensi berkaitan dengan citra dan reputasi dari suatu produk serta tanggungjawab perusahaan terhadap kualitas dari suatu produk yang dihasilkan.

8. *Conformance*

Conformance atau konformansi merupakan suatu aspek produk yang memperlihatkan kesesuaian antara spesifikasi yang telah ditentukan dengan hasil akhir produk yang dihasilkan. Produk dapat dikatakan baik apabila dimensi konformasinya semakin sama dengan spesifikasi yang telah ditentukan diawal.

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas menurut Montgomery (1990:3) yaitu suatu aktivitas keteknikan dan manajemen, dengan melakukan aktivitas tersebut kita dapat mengetahui dan mengukur ciri-ciri kualitas dari produk, membandingkannya dengan spesifikasi atau persyaratan, dan mengambil suatu tindakan penyehatan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan sebenarnya dan standar yang telah ditetapkan sebelumnya. Aktivitas pengendalian kualitas dilakukan agar proses produksi yang dilaksanakan sesuai dengan yang telah ditetapkan dan direncanakan. Aktivitas pengendalian kualitas digunakan untuk menemukan kesalahan, kerusakan atau ketidaksesuaian dari suatu produk dan proses dalam memenuhi standar atau spesifikasi yang telah ditentukan. Pengendalian kualitas dapat disimpulkan sebagai suatu sistem untuk menjaga kualitas barang atau jasa agar sesuai dengan tingkat kualitas yang telah ditetapkan.

Menurut Assauri (2008:299) pengendalian kualitas adalah suatu aktivitas untuk menjamin bahwa kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Terdapat tujuan dari pengendalian yaitu:

1. Agar suatu produk dapat mencapai standar kualitas atau spesifikasi yang telah ditetapkan.
2. Agar biaya perbaikan dapat seminimal mungkin.
3. Mengusahakan agar biaya desain produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi dapat menjadi seminimal mungkin.
4. Agar biaya produksi dapat seminimal mungkin.

2.4 Six sigma

Six sigma dapat diartikan sebagai suatu metode yang digunakan untuk melakukan pengendalian kualitas dengan mengetahui tingkat kecacatan sehingga dapat dilakukan perbaikan. *Six sigma* dapat dijadikan sebagai alat ukur untuk menciptakan strategi yang tepat. *Six sigma* tidak hanya digunakan pada kecepatan untuk menghasilkan produk tetapi fokus juga terhadap kualitas dari produk yang dihasilkan. Menurut Gaspersz (2002) *six sigma* merupakan target mengurangi cacat hingga tidak lebih dari 3,4 *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) atau 99,99966% yang difokuskan dalam mencapai kepuasan pelanggan. Pelanggan merasa puas apabila mereka menerima produk dengan kualitas yang mereka harapkan. Terdapat 5 tahapan pada *six sigma* yaitu *define, measure, analyze, improve, dan control*. Dimana *six sigma* merupakan suatu upaya dalam menuju *zero defect*. Konversi nilai *yield* ke DPMO dan nilai *level sigma* yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2

Konversi Nilai *Yield* DPMO

<i>Yield</i> (probabilitas tanpa cacat)	DPMO (<i>defect per million opportunity</i>)	<i>Level Sigma</i>
30.9%	690.000	1
62.9%	308.000	2
93.3%	66.800	3
99.4%	6.210	4
99.98%	320	5
99.9997%	3.4	6

Sumber: Gaspersz (2002)

Menurut Gasperz (2002), terdapat enam aspek kunci yang harus diperhatikan dalam pengaplikasian *six sigma* yaitu:

1. Mengidentifikasi pelanggan
2. Mengidentifikasi produk
3. Mengidentifikasi kebutuhan dalam memproduksi produk
4. Mendefinisikan proses
5. Menghindari kesalahan dalam proses dan menghilangkan semua pemborosan
6. Meningkatkan proses secara terus-menerus

2.5 Tahap-Tahap Pengendalian Kualitas dengan *Six sigma*

Terdapat tahapan dalam pengendalian kualitas dengan *six sigma* yaitu *define, measure, analyze, improve, dan control* atau sering disebut juga dengan siklus DMAIC (Gasperz, 2002; Greg Brue, 2005). Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing tahap *six sigma*.

1. Tahap *define*

Tahap *define* merupakan tahap awal dalam pelaksanaan metode *six sigma*. Dimana pada tahap ini melakukan identifikasi awal dari permasalahan yang timbul. Tahap ini berkaitan dengan pendefinisian tujuan dan latar belakang serta identifikasi permasalahan yang harus diberikan perhatian secara khusus untuk dapat mencapai performa mutu yang lebih baik. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap *define* sebagai berikut.

- a. Identifikasi masalah merupakan mengidentifikasi permasalahan penting pada proses produksi yang dapat menguraikan dan menjelaskan macam-macam cacat.
- b. Penetapan tujuan merupakan menjelaskan tujuan dari perbaikan *six sigma*.

2. Tahap *Measure*

Tahap *measure* merupakan tahap pengumpulan informasi terkait dengan kondisi saat ini dan melakukan pengukuran atau kemampuan proses yang ada saat ini. Hasil pengukuran ini menunjukkan kemampuan proses pada saat ini dan dijadikan tolak ukur perusahaan dalam melakukan tindakan perbaikan. Berikut ini merupakan langkah-langkah pada tahap *measure*.

- a. Menetapkan karakteristik kualitas *Critical to Quality* (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan yang telah ditentukan dalam standar kualitas perusahaan. CTQ merupakan suatu atribut penting dan harus diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan pelanggan.
- b. Mengetahui urutan *Critical to Quality* (CTQ) yaitu mengidentifikasi dan mengetahui urutan CTQ berdasarkan tingkat jumlah kecacatan dengan menggunakan diagram pareto.
- c. Melakukan pengukuran stabilitas proses yang bertujuan untuk mengetahui tingkat terkendali atau tidaknya suatu proses dengan menggunakan peta kontrol atribut atau peta p dimana menentukan nilai rata-rata cacat atau *Center Line* (CL), *Lower Control Limit* (LCL) dan *Upper Control Limit* (UCL).
- d. Melakukan pengukuran kapabilitas proses yang bertujuan untuk mengetahui sejauh mana produk dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan. Pengukuran kinerja menggunakan satuan pengukuran *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) untuk menentukan tingkat sigma. Proses dapat dikatakan baik atau mampu (*capable*) apabila nilai indeks kapabilitas proses (C_p) dan C_{pk} lebih besar dari 1.

3. Tahap *Analyze*

Tahap *analyze* merupakan suatu tahap untuk menemukan dan menganalisis penyebab permasalahan dari masalah mutu dengan menggunakan alat analisis yang sesuai. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memahami lebih jauh tentang proses dan mengidentifikasi alternatif solusi yang dilakukan untuk memperbaikinya. Pada tahap ini perlu dilakukan beberapa hal sebagai berikut.

- a. Melakukan konversi kegagalan ke dalam biaya kegagalan kualitas
- b. Penelusuran akar penyebab permasalahan dengan melakukan analisis akar penyebab permasalahan dengan menggunakan diagram sebab akibat terhadap lima faktor yaitu manusia metode, mesin, material dan lingkungan.

4. Tahap *Improve*

Pada tahap *improve* dilakukan berbagai upaya untuk menghilangkan cacat dan kegagalan proses. Tahap ini berkaitan dengan penentuan rencana perbaikan dalam melaksanakan peningkatan kualitas dimana memberikan usulan perbaikan secara teknis untuk melaksanakan peningkatan kualitas *six sigma*.

5. Tahap *Control*

Tahap *control* merupakan tahap terakhir dalam upaya peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa perbaikan pada proses dan penerapannya akan berjalan dengan baik dan proses tidak akan kembali pada keadaan sebelumnya.

2.6 Pengendalian Proses Statistik (*Statistical Process Control*)

Pengendalian proses statistik (*statistical process control*) merupakan suatu teknik penyelesaian masalah untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelola, dan memperbaiki produk dan proses dengan menggunakan metode-metode statistik. Terdapat tujuh alat dalam SPC yang sering disebut dengan *seven tools* yaitu stratifikasi, *check sheet*, histogram, diagram pareto, diagram sebab akibat, *scatter diagram*, dan peta kontrol (Montgomery, 2009).

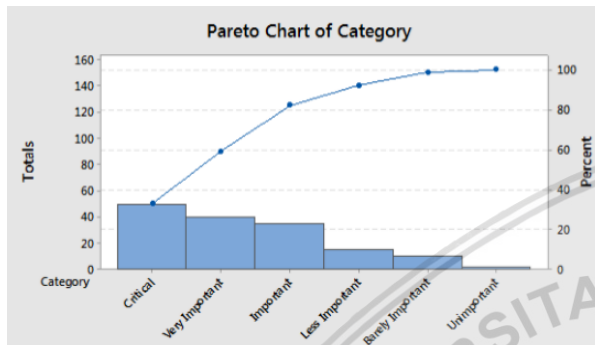
2.6.1 Diagram Pareto

Diagram pareto yaitu diagram yang menggambarkan tingkat kepentingan relatif antar faktor. Menurut Menurut Montgomery (2009) diagram pareto merupakan sebuah diagram untuk memetakan faktor-faktor penyebab dari sebuah permasalahan, kemudian pemecahan masalahnya harus befokus dan memprioritaskan 80% dari penyebab yang dominan. Dengan menggunakan diagram ini dapat diketahui faktor apa saja yang dominan. Kegunaan diagram

pareto yaitu dapat menganalisis dan mengetahui gambaran dari penyebab permasalahan yang menjadi fokus awal untuk dipecahkan. Langkah-langkah dalam pembuatan diagram pareto adalah:

1. Melakukan identifikasi dari sebuah masalah yang diteliti dan cara mengumpulkan data.
2. Melakukan pengolahan data dengan mengurutkan dari data terbesar hingga terkecil.
3. Melakukan kumulatif data dan presentase kumulatif.

Gambar 2.1 merupakan contoh dari diagram pareto.



Gambar 2.1 Diagram pareto
Sumber: Montgomery (2009)

2.6.2 Peta Kontrol

Peta kontrol yaitu suatu metode grafik untuk mengevaluasi apakah suatu proses berada dalam batas kendali atau apakah kapabilitas sebuah proses berada pada batas dan kriteria yang diharapkan. Peta kontrol merupakan alat pengendalian kualitas statistik yang digunakan untuk mengetahui dan mendeteksi proses dalam keadaan tidak terkendali. Ada tiga batas umum pada peta kontrol yaitu Garis Pusat (*Center Line*), Batas Kendali Atas (*Upper Control*), dan Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit*). Data cacat dari output diplotkan pada peta kontrol. Apabila data berada dalam batas kendali maka suatu proses diasumsikan berada pada batas kendali dan belum diperlukan adanya suatu penanganan atau disebut dengan penyebab umum. Namun sebaliknya, apabila jika ada data keluar dari batas kendali maka diperlukan tindakan perbaikan pada aspek yang dinilai tidak sesuai dengan sistem atau disebut dengan penyebab khusus (Montgomery, 2009). Tujuan utama melakukan pembuatan peta kendali adalah untuk memantau dan mendeteksi adanya penyebab khusus dengan cepat sehingga dapat dilakukan tindakan perbaikan terhadap sumber dari penyebab khusus tersebut.

2.6.2.1 Peta Kontrol untuk Data Atribut

Data atribut merupakan suatu jenis data dimana diukur secara kualitatif atau dimensinya sulit untuk diukur. Data atribut biasanya didapatkan dalam bentuk ketidaksesuaian atau cacat terhadap spesifikasi kualitas yang telah ditetapkan (Gaspersz, 2002). Pada umumnya untuk data atribut dapat digunakan peta kontrol p dan np. Apabila sampel yang diambil untuk setiap kali melakukan observasi jumlahnya sama maka kita dapat menggunakan peta kontrol np. Namun apabila sampel yang diambil bervariasi untuk setiap kali melakukan observasi berubah-ubah jumlahnya atau perusahaan tersebut akan melakukan inspeksi 100% maka kita dapat menggunakan peta kontrol p (Ariani, 2004:133). Namun pada penelitian ini, peta kontrol yang digunakan peta kontrol p karena sampel yang diambil bervariasi dan berubah-ubah pada setiap observasi. Berikut langkah-langkah untuk membuat peta kontrol p.

1. Menghitung proporsi cacat

$$\bar{p} = \frac{x}{n} \quad (2-1)$$

Sumber: Ariani (2004:133)

Keterangan:

\bar{p} = Proporsi kesalahan dalam setiap sampel

X = Banyaknya produk yang cacat dalam setiap sampel

n = Banyaknya sampel yang diambil dalam setiap inspeksi

2. Menghitung garis pusat atau *center line* (CL)

$$p = GP \quad p = CL = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} \quad (2-2)$$

Sumber: Ariani (2004:33)

Keterangan:

p = Garis pusat peta pengendali proporsi kesalahan

Pi = Proporsi kesalahan setiap sampel pada setiap observasi

n = Banyaknya sampel yang diambil dalam setiap kali observasi

g = Banyaknya observasi yang dilakukan

3. Menghitung batas kendali atas atau *upper control limit* (UCL)

$$LCL = p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (2-3)$$

Sumber: Ariani (2004:133)

Keterangan:

P = Rata-rata ketidaksesuaian dari produk

n = Jumlah yang di inspeksi

4. Menghitung batas kendali bawah atau *lower control limit* (LCL)

$$UCL = p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (2-4)$$

Sumber: Ariani (2004:133)

Keterangan:

p = Rata-rata ketidaksesuaian dari produk

n = Jumlah yang di inspeksi

2.6.2.2 Peta Kontrol untuk Data Variabel

Data variabel merupakan data kuantitatif yang didapatkan dari hasil pengukuran dimana bersifat kontinyu dan dapat diukur. Apabila suatu catatan dibuat berdasarkan keadaan sebenarnya, diukur secara langsung, maka karakteristik kualitas yang diukur dapat disebut dengan variabel seperti berat, panjang, dan lebar (Gaspersz, 2002). Peta kontrol variabel merupakan suatu peta yang digunakan untuk mengukur data yang bersifat variabel. Terdapat beberapa peta kontrol untuk data variabel sebagai berikut.

1. Peta kontrol rata-rata dan jarak (\bar{R} dan \bar{X})

Peta kontrol rata-rata (\bar{R}) dapat digunakan sebagai acuan perusahaan untuk melihat apakah produk yang dihasilkan sudah sesuai dengan standar perusahaan atau tidak. Sedangkan peta kontrol jarak (\bar{X}) digunakan untuk apakah suatu proses produksi sudah tepat dan akurat atau tidak dengan mencari nilai range pada sampel suatu observasi.

2. Peta kontrol rata-rata dan standar deviasi

Peta kontrol standar deviasi digunakan untuk mengukur tingkat keakuratan proses sedangkan peta kontrol standar deviasi digunakan secara bersamaan dengan peta kendali rata-rata.

3. Peta kontrol untuk unit-unit individu

Peta kontrol untuk unit-unit individu digunakan hanya mengambil satu unit produk sebagai sampel kemudian sampel tersebut diuji dan dilihat proses produksinya sudah sesuai atau tidak. Peta kontrol ini hanya digunakan pada perusahaan yang menghasilkan satu produk saja, pengujiannya membutuhkan biaya yang mahal.

2.6.3 Perhitungan DPMO dan Nilai Level Sigma

DPMO merupakan suatu ukuran kegagalan yang dihitung berdasarkan banyaknya kegagalan per satu juta kesempatan. DPMO juga menggambarkan secara sederhana mutu dan kapabilitas dari proses. DPMO dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$DPMO = \left(\frac{\text{total kerusakan}}{\text{banyak unit yang diperiksa} \times CTQ} \right) \times 1.000.000 \quad (2-5)$$

Sumber: Gasperz (2002)

Nilai *level sigma* dapat diperoleh dari tabel nilai konversi DPMO ke nilai sigma atau *microsoft excel*. Perhitungan level sigma dengan *microsoft excel* menggunakan persamaan dibawah ini.

$$\text{Level Sigma} = \text{normsinv} \left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5 \quad (2-6)$$

Sumber: Gasperz (2002)

2.6.4 Analisis Kapabilitas Proses

Keberhasilan dalam penerapan *six sigma* ditunjukan melalui peningkatan kapabilitas proses dalam menghasilkan produk menuju tingkat kegagalan nol. Menurut Montgomery (2009) kapabilitas proses merupakan suatu prosedur untuk memprediksi kinerja dalam jangka panjang dimana berada dalam batas pengendali proses statistik. Perhitungan indeks kapabilitas proses (C_p) dilakukan untuk mengetahui apakah suatu proses saat ini telah dianggap mampu atau tidak. Rumus untuk menghitung indeks kapabilitas proses data atribut sebagai berikut.

$$C_p = \frac{\text{level sigma}}{3} \quad (2-7)$$

Sumber: Park (2003)

Menurut Gasperz (2002), terdapat kriteria penilaian kapabilitas sebagai berikut.

1. Jika $C_p \geq 2$, maka kapabilitas proses sangat baik dan dianggap mampu memenuhi spesifikasi target yang telah di tetapkan.
2. Jika $1,00 \leq C_p \leq 1,99$, maka kapabilitas proses dianggap cukup mampu namun perlu peningkatan proses secara berkelanjutan guna menuju target tingkat kegagalan nol.
3. Jika $C_p \leq 1,00$, maka kapabilitas proses rendah dan sangat tidak mampu untuk mencapai target kualitas pada tingkat kegagalan nol.

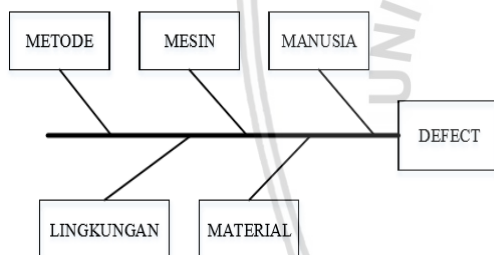
2.6.5 Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat digunakan untuk mengidentifikasi dan menunjukkan hubungan antara sebab akibat agar dapat menemukan akar penyebab masalah. Menurut Montgomery (2009) diagram sebab akibat merupakan suatu alat yang berguna untuk mengidentifikasi penyebab potensial dari akibat yang ditimbulkan dari suatu masalah. Diagram ini digunakan untuk menunjukkan faktor-faktor yang menjadi penyebab dan akibat penurunan kualitas disebabkan oleh faktor-faktor penyebab tersebut. Terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan kualitas sebagai berikut.

1. *Man* merupakan semua orang yang terlibat pada proses
2. *Method* merupakan bagaimana suatu proses dilakukan seperti prosedur, peraturan dan lain-lain.
3. *Machine* merupakan semua mesin, peralatan dan lain-lain yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan.
4. *Material* merupakan semua material yang diperlukan untuk menjalankan suatu proses seperti bahan baku.
5. *Environment* merupakan kondisi disekitar tempat kerja seperti suhu udara, tingkat kebisingan, kelembaban udara.

Diagram sebab akibat merupakan alat yang digunakan pada tahap *analyze* pada siklus DMAIC. Fungsi dari pembuatan diagram sebab akibat yaitu untuk mengetahui penyebab penting, memahami semua akibat dan penyebab, membandingkan prosedur kerja, memecahkan hal yang harus dilakukan dan dapat membuat standarisasi operasi yang ada maupun yang direncanakan.

Diagram sebab akibat dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram sebab akibat
Sumber: Montgomery (2009)

2.7 Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Menurut Gaspersz (2002), *Failure mode and effect analysis* merupakan suatu prosedur terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. Suatu mode kegagalan dapat dilihat dari apa saja termasuk dalam kecacatan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan produk dimana menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu. FMEA berbentuk tabel dan berfungsi untuk mengidentifikasi dampak dari kegagalan proses atau desain, memberikan analisis mengenai prioritas dari penanggulangan dengan menggunakan parameter nilai resiko prioritas, mengidentifikasi kegagalan potensial, serta meminimalkan peluang kegagalan. Tujuan utama dalam penerapan FMEA adalah untuk menemukan dan memperbaiki permasalahan utama yang terjadi pada setiap tahapan dari desain dan proses produksi sehingga berjalan optimal ataupun untuk mencegah produk yang tidak baik sampai

pelanggan akhir yang dapat membahayakan reputasi perusahaan. Terdapat keuntungan-keuntungan yang diperoleh dari penggunaan FMEA yaitu:

1. Dapat meningkatkan kualitas, keandalan dan keamanan produk.
2. Membantu dalam meningkatkan kepuasan pelanggan.
3. Dapat meningkatkan citra baik dan daya saing bagi perusahaan.
4. Dapat mengurangi waktu dan biaya pengembangan produk.
5. Memperkirakan tindakan dan dokumen yang dapat mengurangi risiko.

Selain itu terdapat manfaat dengan menerapkan FMEA yaitu:

1. Dapat memudahkan dalam menganalisis proses manufaktur,
2. Meningkatkan pemahaman bahwa kegagalan potensial pada proses manufaktur harus dipertimbangkan.
3. Mengidentifikasi efisiensi proses sehingga *engineer* dapat fokus dalam pengendalian untuk mengurangi kegagalan.
4. Menetapkan prioritas tindakan perbaikan pada suatu proses.
5. Menyediakan dokumen lengkap tentang perubahan proses untuk memandu pengembangan proses pada waktu mendatang.

Ada beberapa kategori dalam penggunaan FMEA yaitu *design* FMEA, *system* FMEA, *service* FMEA dan *product* FMEA. Proses FMEA digunakan untuk mendefinisikan akibat-akibat kegagalan terkait dengan kegagalan pada tahap proses lalu membuat prioritas penanggulangannya agar rancangan dari produk yang diproduksi dapat memenuhi keinginan pelanggan.

2.7.1 Tahapan Pembuatan FMEA

Menurut Borror (2008) dalam pembuatan FMEA terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut.

1. Melakukan identifikasi terhadap potensi terjadinya produk cacat.
2. Membuat daftar dari setiap cacat produk.
3. Melakukan identifikasi terhadap pemicu terjadinya setiap cacat produk.
4. Melakukan identifikasi penyebab terjadinya cacat produk.
5. Melakukan penentuan dari faktor probabilitas. Faktor probabilitas ditentukan dengan cara melakukan pembobotan numerik terhadap setiap pemicu dari cacat produk.
6. Membuat usulan perbaikan pada kegagalan potensial dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi.

2.7.2 Nilai Risk Priority Number (RPN)

Nilai *Risk Priority Number* (RPN) merupakan sebuah ukuran dimana digunakan untuk melakukan penilaian terhadap risiko. Penilaian risiko dengan menggunakan *Risk Priority Number* (RPN) dilakukan guna membantu identifikasi *critical failure modes* terkait suatu desain maupun proses. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) ditentukan untuk menentukan perlakuan yang sesuai untuk dilakukan terhadap cacat produk. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) didapatkan dari hasil perkalian faktor-faktor sebagai berikut.

1. Severity

Severity merupakan tingkat keseriusan dari efek dimana dihasilkan dari segala macam kegagalan. *Severity* merupakan langkah pertama dalam menganalisis resiko dengan menghitung seberapa besar dampak kegagalan mempengaruhi *output* proses. Pada *severity* nilai 1 digunakan untuk dampak paling ringan sedangkan skala 10 untuk dampak terburuk. Skala penilaian *severity* ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3
Nilai *Severity*

Ranking	Efek	Kriteria
1	Tidak ada	Bentuk kegagalan tidak memiliki efek samping
2	Gangguan bersifat minor	Efek kecil pada proses, operasi maupun operator
3	Gangguan yang bersifat sedang	Sebagian (<100%) komponen yang dihasilkan perlu dilakukan pengerjaan ulang di <i>station</i> sebelum menuju proses selanjutnya
4		Seluruh (100%) komponen yang dihasilkan perlu dilakukan pengerjaan ulang di <i>station</i> sebelum menuju proses selanjutnya
5	Gangguan yang bersifat sedang	Sebagian (<100%) komponen yang dihasilkan perlu dilakukan pengerjaan ulang secara <i>off-line</i> dan diterima
6		Seluruh (100%) komponen yang dihasilkan perlu dilakukan pengerjaan ulang secara <i>off-line</i> dan diterima
7	Gangguan yang signifikan	Sebagian (<100%) komponen yang dihasilkan tidak dapat digunakan
8	Gangguan yang bersifat mayor	Seluruh (100%) komponen yang dihasilkan tidak dapat digunakan
9	Berbahaya dengan peringatan	Dapat membahayakan operator (mesin atau peralatan) dengan peringatan
10	Berbahaya tanpa peringatan	Dapat membahayakan operator (mesin atau peralatan) tanpa adanya peringatan

Sumber: McDermott dkk, 2009 (dalam Trijaya, 2016 dan Chandra, 2009)

2. Occurance

Occurance merupakan tingkat frekuensi dari pemicu-pemicu terjadinya suatu kegagalan. Penjelasan untuk *occurrence ranking* dapat dilihat pada Tabel 2.4 dan arti satuan pada Tabel 2.4 merupakan untuk satuan prpduk atau frekuensi terjadinya cacat pada produk seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Aditya Supriyadi Trijaya

(2016) yaitu mengenai analisis risiko kegagalan produk *castor single wheel 5 inch swivel* K1 rem dengan FMEA proses di PT X.

Tabel 2.4

Nilai *Occurance*

Ranking	Kemungkinan Kegagalan	Tingkat Kegagalan
1	Hampir tidak ada kegagalan terjadi	$\leq 0,01$ dari 1000 satuan
2	Rendah: kegagalan sedikit terjadi	0,1 dari 1000 satuan
3		0,5 dari 1000 satuan
4		1 dari 1000 satuan
5	Menengah: kegagalan kadang-kadang terjadi	2 dari 1000 satuan
6		5 dari 1000 satuan
7		10 dari 1000 satuan
8	Tinggi: kegagalan sering terjadi	20 dari 1000 satuan
9		50 dari 1000 satuan
10	Sangat tinggi: kegagalan terus-menerus terjadi	≥ 100 dari 1000 satuan

Sumber: McDermott dkk, 2009 (dalam Trijaya, 2016 dan Chandra, 2009)

3. *Detection*

Detection merupakan tingkat dari kemampuan dalam melakukan pengendalian terjadinya kegagalan. Pada *detection* nilai 1 menunjukkan bahwa penyebab mudah untuk dideteksi dan dikendalikan sedangkan nilai 10 menunjukkan penyebab sulit untuk dideteksi dan dikendalikan. Skala penilaian *detection* ditunjukkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5

Nilai *Detection*

Ranking	Deteksi	Tipe Inspeksi			Kriteria
		A	B	C	
1	Hampir Pasti	X			Komponen yang tidak sesuai tidak dapat dihasilkan
2	Sangat Tinggi	X	X		<i>Error detection in station (automatic gauging</i> dengan fitur pemberhentian secara otomatis). Tidak dapat melewatkan komponen yang tidak sesuai.
3	Tinggi	X	X		<i>Error detection in station</i> atau <i>error detection</i> pada operasi berikutnya dengan tipe penerimaan yang berlapis : <i>supply, select, install, verify</i> . Tidak dapat menerima komponen yang tidak sesuai.
4	Cukup Tinggi	X	X		<i>Error detection</i> pada operasi berikutnya, atau pengukuran saat <i>setup</i> dan pemeriksaan pada komponen pertama yang dihasilkan (<i>first-piece check</i>)
5	Sedang		X		kontrol deteksi berdasarkan pengukuran setelah komponen meninggalkan stasiun (<i>variabel</i>)
6	Rendah		X	X	Kontrol deteksi dilakukan dengan metode SPC (<i>Statistical Process Control</i>)
7	Sangat Rendah			X	Kontrol deteksi dilakukan hanya dengan pemeriksaan ganda secara visual
8	Kecil			X	Kontrol deteksi dilakukan hanya dengan pemeriksaan secara visual

Ranking	Deteksi	Tipe Inspeksi			Kriteria
		A	B	C	
9	Sangat Kecil			X	Kontro deteksi dilakukan hanya dengan pemeriksaan secara random
10	Hampir Tidak Mungkin			X	Tidak dapat mendeteksi

Keterangan: Tipe Inspeksi: A: *Error-proofed*; B: Pengukuran; C: Inspeksi Manual

Sumber: Sumber: McDermott dkk, 2009 (dalam Trijaya, 2016 dan Chandra, 2009)

2.8 Stopwatch Time Study

Menurut Wignjosoebroto (200) pengukuran kerja dengan jam henti atau *stopwatch time study* dapat diaplikasikan pada pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang (*repetitive*). Hasil pengukuran diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan, dimana waktu ini dipergunakan sebagai standar penyelesaian pekerjaan bagi semua operator. Berikut langkah-langkah *stopwatch time study*.

1. Melakukan pencacatan informasi dan pekerjaan yang telah didefinisikan.
2. Membagi operasi kerja kedalam elemen-elemen kerja secara detail.
3. Melakukan pengamatan, pengukuran dan pencatatan waktu yang dibutuhkan oleh operator untuk mengerjakan elemen-elemen kerja.
4. Melakukan uji keseragaman data

Uji keseragaman data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang dimiliki masih dalam *range* yang sama. Uji keseragaman data dapat dilakukan dengan menggunakan peta kontrol (*Control chart*) dan bantuan *software*.

5. Melakukan uji kecukupan data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang didapatkan sudah cukup. Dilakukan pengumpulan data dalam jumlah banyak untuk menghindari data tidak cukup. Jumlah pengamatan merupakan banyaknya data yang dibutuhkan dengan tingkat ketelitian dan kepercayaan yang telah ditetapkan serta berdasarkan persentase dari elemen kerja. Berikut merupakan persamaan untuk menentukan kecukupan data atau pengamatan.

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{(\sum X_i)} \right)^2 \quad (2-8)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2003)

Keterangan:

N = Jumlah data pengamatan

N' = Jumlah data yang seharusnya dilakukan

x = Data hasil pengamatan

k = Tingkat kepercayaan (*confidence level*)

Tingkat kepercayaan 99%, $k = 3$

Tingkat kepercayaan 95%, $k = 2$

Tingkat kepercayaan 90%, $k = 1,65$

S = Tingkat ketelitian (*degree of accuracy*) atau derajat ketelitian dimana menunjukkan maksimum persentase penyimpangan yang dapat diterima.

Apabila $N' \leq N$ maka data dianggap cukup sedangkan apabila $N' > N$ data dianggap tidak cukup atau kurang dan perlu dilakukan penambahan data.

6. Waktu Observasi (W_o)

Waktu observasi merupakan rata-rata waktu pengamatan dari setiap elemen kerja.

7. Waktu Normal (W_n)

Waktu normal merupakan waktu penyelesaian pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh pekerja dalam kondisi wajar dan dalam kemampuan rata-rata (tidak dipercepat maupun tidak diperlambat). Untuk menormalkan waktu kerja, dapat dilakukan dengan mengadakan penyesuaian dengan mengalikan waktu pengamatan rata-rata dengan waktu penyesuaian. Berikut merupakan *performance rating* dari sistem *westinghouse* yang dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6
Westinghouse System

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Keterampilan	<i>Superskill</i>	A1	+0,15
		A2	+0,13
	<i>Excellent</i>	B1	+0,11
		B2	+0,08
	<i>Good</i>	C1	+0,06
		C2	+0,03
	<i>Average</i>	D	0
	<i>Fair</i>	E1	-0,15
		E2	-0,10
	<i>Poor</i>	F1	-0,16
		F2	-0,22
Usaha	<i>Superskill</i>	A1	+0,13
		A2	+0,12
	<i>Excellent</i>	B1	+0,10
		B2	+0,08
	<i>Good</i>	C1	+0,05
		C2	+0,02
	<i>Average</i>	D	0
	<i>Fair</i>	E1	-0,04
		E2	-0,08

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Kondisi kerja	<i>Poor</i>	F1	-0,12
		F2	-0,17
	<i>Ideal</i>	A	+0,06
	<i>Excellent</i>	B	+0,04
	<i>Good</i>	C	+0,02
	<i>Average</i>	D	0
	<i>Fair</i>	E	-0,03
Konsistensi	<i>Poor</i>	F	-0,07
	<i>Perfect</i>	A	+0,04
	<i>Excellent</i>	B	+0,03
	<i>Good</i>	C	+0,01
	<i>Average</i>	D	0
	<i>Fair</i>	E	-0,02
	<i>Poor</i>	F	-0,04

Sumber: Sतालaksana (2006)

8. Waktu Baku (Wb)

Waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja dengan memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Berikut merupakan persamaan waktu baku.

$$Wb = Wn \times \frac{100\%}{100\% - \% allowance} \quad (2-9)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2003)

Keterangan:

Wb = Waktu baku (detik)

Wn = Waktu normal (detik)

Allowance = kelonggaran yang diberikan kepada pekerja

Allowance merupakan kelonggaran waktu yang cukup pada waktu produksi untuk memberikan pekerja dalam keadaan perfoma rata-rata. Terdapat jenis-jenis *allowance* yaitu:

- Personal allowance* merupakan kelonggaran waktu untuk kebutuhan pribadi.
- Fatigue allowance* merupakan kelonggaran waktu untuk melepas Lelah.
- Delay allowance* merupakan kelonggaran waktu karena keterlambatan.

2.9 Analisis Beban Kerja

Beban kerja merupakan keseluruhan kegiatan yang perlu diselesaikan pada periode waktu tertentu yang dilakukan individu maupun kelompok dalam kondisi normal (Harianto, 2010). Apabila beban kerja yang diberikan kepada pekerja berlebihan maka dapat mengganggu fisik dari pekerja sehingga menyebabkan kesehatan pekerja terganggu. Dalam ergonomik beban kerja yang diterima pekerja harus sesuai dengan kemampuan fisik, kognitif

maupun keterbatasan seseorang pekerja yang menerima beban tersebut. Setiap aktivitas pekerjaan apapun dari level paling bawah hingga paling atas yang memiliki deskripsi berbeda dengan posisi apapun akan memberikan beban kerja (Wakui, 2000). Persamaan untuk beban kerja sebagai berikut.

$$\text{Beban Kerja} = \frac{\text{Total Waktu Aktivitas} + \text{Allowance}}{\text{Total Waktu Tersedia}} \quad (2-10)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2003)

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan kebutuhan jumlah pekerja untuk mengisi posisi atau subposisi tersebut. Berikut perhitungan jumlah kebutuhan pekerja.

$$\text{WLA} = \frac{\text{Total Beban Kerja}}{\text{Waktu Kerja Efektif untuk Menyelesaikan Target Beban Kerja}} \times \text{Wb} \quad (2-11)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2003)

Keterangan:

WLA	= <i>Workload analysis</i>
Wb	= Waktu baku
Total beban kerja	= Jumlah produksi (unit) atau jumlah siklus
Waktu efektif	= Jumlah jam kerja per periode

2.10 Checklist

Checklist adalah suatu daftar atau *list* mengenai hal-hal harus diperiksa dan dicek untuk membantu pekerjaan yang harus dikerjakan secara detail dalam jumlah banyak. Menurut Ariani (2004:22) *checklist* merupakan suatu alat observasi untuk keperluan memperoleh data dimana berbentuk daftar yang berisi faktor-faktor mengenai subyek yang diamati dengan memberi tanda centan pada daftar faktor-faktor yang sesuai dengan perilaku subyek yang ada dilembar observasi. Fungsi *checklist* yaitu sebagai alat pencatat hasil observasi terhadap subyek tertentu yang diamati. Gambar 2.3 merupakan contoh *checklist*.

Goldenbug Ltd Checklist for requirement specification report					
Project name: _____					
The reviewed document: _____ Version: _____					
Item no.	Subject	Yes	No	N.A.*	Comments
1	The document				
1.1	Prepared according to configuration management requirements				
1.2	Structure conforms to the relevant template				
1.3	Reviewed document is complete				
1.4	Proper references to former documents, standards, etc.				
2	Specifying the requirements				
2.1	Required functions were properly defined and clearly and fully phrased				
2.2	Designed inputs conform with required outputs				
2.3	Software requirement specifications conform with product requirements				
2.4	Required interfaces with external software packages and computerized equipment are fully defined and clearly phrased				
2.5	GUI interfaces are fully defined and clearly phrased				
2.6	Performance requirements – response time, input flow capacity, storage capacity – are correctly defined and fully and clearly phrased				

Gambar 2.3 Checklist

Sumber: Ariani (2004:22)



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu tahap yang harus ditentukan sebelum menyelesaikan suatu permasalahan yang diteliti. Pada bab ini dijelaskan terkait dengan tahapan-tahapan dalam penelitian ini untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang ada dengan baik dan dapat mempermudah dalam penyusunan laporan penelitian secara terstruktur, terarah, dan sistematis.

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian deskriptif dengan menggunakan pendekatan kuantitatif. Penelitian deskriptif merupakan suatu penelitian yang memaparkan suatu kegiatan untuk mengetahui keadaan objek yang diteliti secara akurat. Penelitian deskriptif digunakan untuk mencari penjelasan dari data dan fakta yang sedang terjadi di lapangan secara jelas dan sistematis. Sedangkan penelitian kuantitatif merupakan penelitian yang menggunakan angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Yanaprima Hastapersada Tbk bertempat di Jalan Pahlawan, Desa Cemengkalang, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Waktu penelitian dan pengambilan data dilakukan pada bulan November 2017 hingga Mei 2018.

3.3 Tahap Penelitian

Berikut tahapan dalam melakukan penelitian yang terdiri dari tahap pendahuluan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisis dan pembahasan, dan tahap kesimpulan dan saran.

3.3.1 Tahap Pendahuluan

1. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mendapatkan gambaran terkait dengan kondisi permasalahan yang terjadi di lapangan. Studi lapangan ini dapat dilakukan dengan melakukan observasi dan wawancara. Wawancara langsung dilakukan dengan pihak-

pihak yang berkaitan dengan penelitian untuk mengidentifikasi dan mengetahui fakta-fakta yang terjadi pada proses produksi PT. Yanaprima Hastapersada Tbk.

2. Studi Pustaka

Studi pustaka dapat diartikan sebagai salah satu usaha untuk mencari dan mempelajari informasi guna menunjang penelitian yang diteliti serta mendalami landasan teori berkaitan dengan permasalahan. Studi pustaka diperoleh berasal dari laporan penelitian, jurnal, buku, perusahaan, internet serta sumber informasi lainnya berhubungan dengan topik penelitian. Dengan studi pustaka diperoleh penjelasan secara teori mengenai permasalahan dalam penelitian.

3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah didapatkan berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan dengan tujuan untuk mencari dan memahami permasalahan yang terjadi di PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. Permasalahan yang terjadi pada PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. yaitu masih adanya produk cacat yang timbul selama proses produksi berlangsung.

4. Rumusan Masalah

Setelah melakukan identifikasi masalah, maka tahap selanjutnya yaitu merumuskan masalah. Identifikasi masalah yang telah didapatkan akan digunakan sebagai acuan untuk menentukan permasalahan yang akan diteliti.

5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditetapkan berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam penentuan tujuan dimaksudkan agar dapat terfokus pada masalah yang nantinya akan diteliti sehingga hasil yang didapatkan dapat tersusun secara sistematis. Hal ini penting dilakukan karena untuk mengetahui parameter keberhasilan penelitian.

3.3.2 Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data atau informasi yang berkaitan dengan permasalahan. Dalam pengumpulan data terdiri dari dua jenis data diantaranya:

1. Data Primer

Data primer merupakan suatu data yang didapatkan secara langsung terhadap objek penelitian. Dapat primer didapatkan melalui observasi lapangan, wawancara dan diskusi terhadap pihak-pihak yang berkaitan dengan penelitian. Data primer yang dibutuhkan yaitu:

- a. Aliran proses produksi yaitu penjelasan terkait dengan langkah-langkah dalam

pembuatan produk karung plastik.

- b. Mencari penyebab terjadinya produk cacat dengan melakukan wawancara dan observasi secara langsung.
- c. Data aktivitas kerja dan waktu pengamatan. Untuk mendapatkan aktivitas kerja yaitu dengan melakukan observasi secara langsung dan diskusi dengan operator. Setelah mendapatkan aktivitas kerja maka langkah selanjutnya yaitu melakukan pengambilan waktu dari masing-masing aktivitas sebanyak 20 data. Pengambilan waktu dengan menggunakan *stopwatch*.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan suatu data atau informasi yang ada pada perusahaan. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Data terkait dengan profil singkat perusahaan
- b. Data jumlah total produksi karung plastik
- c. Data jumlah cacat pada proses produksi karung plastik. Data ini digunakan untuk mengetahui persentase cacat yang dihasilkan
- d. Data jenis cacat pada proses produksi karung plastik digunakan untuk mengetahui jenis cacat apa saja yang terjadi

3.3.3 Tahap Pengolahan Data

Setelah melakukan proses pengamatan dan pengumpulan data, maka selanjutnya adalah melakukan pengolahan data dengan metode yang telah ditentukan. Pengolahan data dan analisis menggunakan metode *six sigma* yang mengacu pada siklus DMAI dengan urutan sebagai berikut.

1. Tahap *Define*

Pada tahap *define* terdapat beberapa langkah yang dilakukan yaitu:

- a. Melakukan identifikasi jenis-jenis cacat pada produk karung plastik.
- b. Menetapkan CTQ digunakan untuk mengetahui jenis-jenis cacat pada proses produksi karung plastik.
- c. Penentuan jenis cacat yang akan diteliti dengan menggunakan diagram pareto. Pembuatan diagram pareto bertujuan untuk mengetahui dan menentukan jenis-jenis cacat yang paling berpengaruh dan akan menjadi fokus penelitian.

2. Tahap *Measure*

Pada tahap *measure* dilakukan kegiatan pengukuran cacat yang teridentifikasi dengan menggunakan data primer maupun sekunder. Berikut ini merupakan langkah-langkah

dari pengolahan data.

- a. Membuat dan melakukan perhitungan dengan peta kontrol. Pada penelitian ini menggunakan peta kontrol atribut *P-chart* dalam melakukan pengolahan data. Karena cacat pada proses produksi karung plastik termasuk jenis data atribut. Sampel yang diambil pada penelitian bervariasi dan ingin mengetahui tingkat proporsi cacat. Dimana dalam melakukan pengolahan data dapat menggunakan rumus (2-1), (2-2), (2-3), dan (2-4).
- b. Melakukan perhitungan DPMO dilakukan untuk mengetahui suatu ukuran kegagalan yang dihitung berdasarkan banyaknya kegagalan per satu juta kesempatan. Dalam melakukan perhitungan DPMO dapat menggunakan rumus (2-5).
- c. Menentukan nilai *level sigma* dapat diperoleh dari tabel nilai konversi DPMO ke nilai Sigma atau Microsoft excel. Dalam melakukan perhitungan *level sigma* dengan Microsoft excel dapat menggunakan rumus (2-6).
- d. Melakukan perhitungan kapabilitas proses digunakan untuk mengetahui apakah suatu proses saat ini telah dianggap mampu atau tidak. Dalam melakukan perhitungan kapabilitas proses dapat menggunakan rumus (2-7).

3.3.4 Analisis dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengolahan data, maka dilanjutkan dengan analisis dan pembahasan terhadap hasil pengolahan data. Berikut ini merupakan langkah pada analisis dan pembahasan.

1. Tahap *Analyze*

Melakukan identifikasi penyebab masalah produk cacat karung plastik dimulai dari menganalisis diagram kontrol, kapabilitas proses dan risiko biaya menjual produk dibawah harga patokan. Selain itu, menggunakan diagram sebab akibat dan menganalisis terhadap potensial kegagalan dengan menggunakan FMEA.

2. Tahap *Improve*

Pada tahap ini akan diberikan rekomendasi perbaikan setelah mengetahui prioritas masalah yang telah teridentifikasi ditahap sebelumnya. Rekomendasi permasalahan akan disesuaikan dengan kondisi permasalahan guna untuk mengurangi produk cacat pada proses produksi karung plastik.

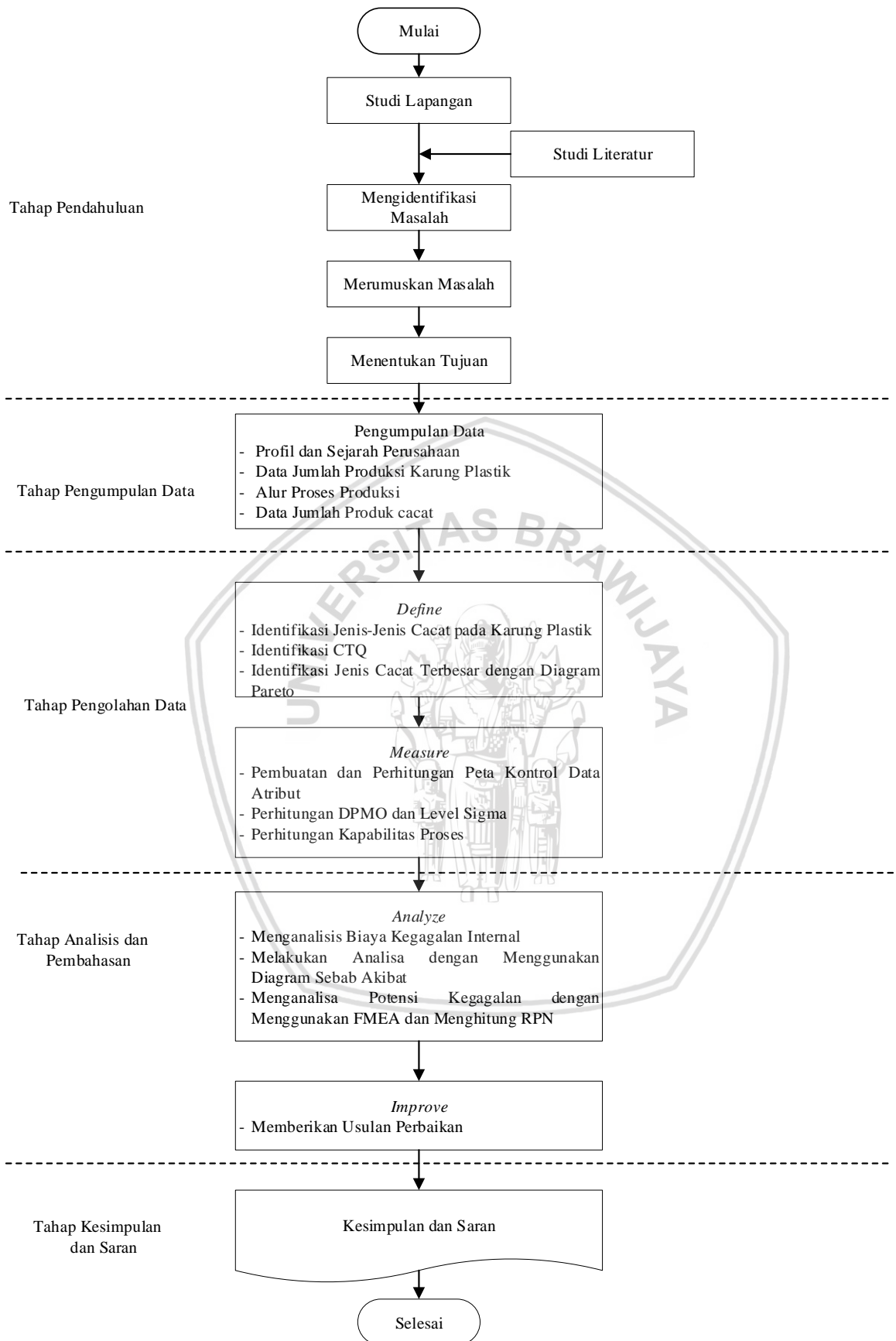
3.3.5 Kesimpulan dan Saran

Penarikan kesimpulan dan saran merupakan tahap akhir pada langkah penelitian. Dimana penarikan kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Sedangkan saran merupakan usulan dari penulis yang diberikan untuk penelitian selanjutnya dan kepada PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. sebagai pertimbangan untuk melakukan perbaikan dari permasalahan yang ada.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Diagram penelitian merupakan tahapan dari penelitian dipetakan dalam sebuah diagram alir. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi mengenai pembahasan yang menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya. Setelah data-data yang dibutuhkan didapatkan maka dilakukan pengolahan data dengan menggunakan siklus DMAI pada metode *six sigma*. Hasil yang diperoleh berupa usulan perbaikan yang berhubungan dengan permasalahan.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Pada gambaran umum perusahaan dijelaskan mengenai profil perusahaan, visi dan misi perusahaan, produk perusahaan, struktur organisasi perusahaan, dan proses pembuatan karung plastik.

4.1.1 Profil Perusahaan

PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri aneka tenun plastik. Perusahaan ini didirikan pada tanggal 14 september 1995. Perusahaan ini memiliki kantor pusat yang terletak di Gedung Graha Irama Jl. HR. Rasuna Said X-1 Kav. 01/02, Jakarta Selatan. Perusahaan memiliki pabrik yang terletak di Jl. Pahlawan, Desa Cemengkalang, Sidoarjo, Jawa Timur. Seiring dengan berkembangnya perusahaan, pada tahun 2010 PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. membuka kantor cabang di Ujung Pandang, Sulawesi Selatan. Hal ini dilakukan untuk melaksanakan salah satu strategi perusahaan yaitu melakukan perluasan pasar dan memenuhi kebutuhan konsumen. Perusahaan mulai tercatat dan diperdagangkan sahamnya di Bursa Efek Indonesia melalui Penawaran Umum Saham Perdana pada bulan Maret 2008.

Kegiatan utama yang dilakukan perusahaan yaitu memproduksi karung plastik. Dimana dalam memproduksi karung plastik berdasarkan permintaan dan pesanan dari pelanggan. Sistem produksi yang diterapkan pada PT. Yanaprima Hastapersada Tbk yaitu *make to order* artinya perusahaan memproduksi karung plastik sesuai dengan permintaan pelanggan. Jumlah yang diproduksi setiap harinya pun berbeda-beda. Pengembangan investasi terus dilakukan perusahaan dalam beberapa tahun terakhir. Pengembangan investasi dilakukan dengan cara memperluas bangunan dan menambah maupun memperbaiki mesin-mesin yang digunakan untuk melakukan kegiatan produksi. Hal ini dilakukan guna untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dan bertahan di pasaran. Seiring perubahan kondisi ekonomi lokal

maupun global, perusahaan tetap berupaya untuk merespon dengan baik setiap tantangan maupun hambatan yang harus dihadapi sehingga perusahaan dapat terus berkembang.

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Setiap perusahaan mempunyai visi dan misi untuk mencapai kesuksesan. Visi merupakan tujuan masa depan yang ingin dicapai suatu perusahaan. Sedangkan misi merupakan suatu hal yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan atau visi yang telah ditetapkan. Berikut merupakan visi dan misi PT. Yanaprima Hastapersada Tbk.

1. Visi Perusahaan

PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. memiliki visi yang ingin dicapai yaitu menjadi perusahaan terbaik dalam industri aneka tenun plastik.

2. Misi perusahaan

PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. memiliki misi sebagai berikut.

a. Menyediakan produk aneka tenun plastik sesuai dengan persyaratan pelanggan.

Perusahaan mengantisipasi kebutuhan pelanggan yang variatif dengan memberikan pelayanan yang terbaik dan tetap menjaga kualitas produk untuk kepuasan dan loyalitas pelanggan.

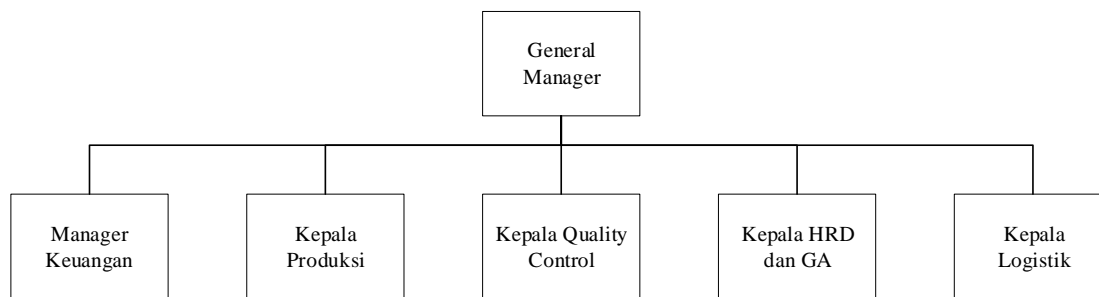
b. Mengembangkan kegiatan usaha.

Perusahaan berusaha mengembangkan inovasi produk sebagai suatu strategi mempertahankan dan memperluas pangsa pasar. Mengembangkan kemampuan dan kesejahteraan karyawan serta mengembangkan program-program yang dapat memberikan hasil dan nilai tambah bagi setiap karyawan. Dengan skill yang dimiliki karyawan dan kerjasama yang baik merupakan faktor penting dalam mencapai tujuan.

4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

Setiap perusahaan memiliki struktur organisasi yang menunjukkan hubungan antara tiap bagian untuk menjalankan kegiatan operasional dalam mencapai tujuan Bersama. PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. memiliki lima divisi kerja meliputi divisi keuangan, produksi, HRD dan GA, *quality control* dan logistik. Dalam kegiatan operasionalnya, perusahaan dikepalain oleh seorang generan manager. General manager membawahi beberapa bagian dan bertanggung jawab penuh terhadap kegiatan operasional perusahaan. Objek pada penelitian ini adalah pada divisi produksi dimana divisi ini bertanggung jawab

penuh terhadap seluruh kegiatan produksi. Struktur organisasi PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur organisasi perusahaan
Sumber: PT. Yanaprima Hastapersada Tbk.

Berikut ini merupakan uraian tugas dan tanggung jawab berdasarkan struktur organisasi pada Gambar 4.1.

1. General Manager

General manager bertugas memimpin, mengawasi, memotivasi dan mengkoordinasi seluruh bagian yang ada di perusahaan serta melakukan peningkatan kinerja perusahaan, bertanggung jawab untuk melakukan pembinaan terhadap manajer dan anggota yang berada dibawahnya untuk dapat mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Selain itu, general manager memiliki tanggung jawab penuh terhadap perkembangan perusahaan dan pengambilan keputusan.

2. Manager Keuangan

Manager keuangan bertugas bertanggung jawab atas kelancaran proses administrasi perusahaan secara keseluruhan seperti mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan. Selain itu, manager keuangan juga bertanggung jawab terhadap laporan keuangan perusahaan baik keuangan internal (keperluan di dalam perusahaan untuk melakukan pembayaran gaji atau biaya produksi) maupun keuangan eksternal (keperluan diluar perusahaan untuk melakukan pembayaran, pembelian dan penjualan terhadap supplier, distributor maupun pelanggan).

3. Kepala Produksi

Kepala produksi merupakan bagian yang bertanggung jawab terhadap lancarnya kegiatan proses produksi. Kepala produksi bertugas untuk merencanakan dan mengontrol proses produksi agar berjalan dengan mengkoordinasi seluruh karyawan produksi, mengevaluasi kegiatan produksi dan merencanakan agar proses produksi yang dilakukan dapat memenuhi target yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

4. Kepala *Quality Control*

Kepala *quality control* merupakan bagian yang bertugas untuk memeriksa dan mengawasi keseluruhan kualitas mulai dari bahan baku sampai dengan produk jadi. Kepala *quality control* bertugas untuk memantau kualitas produk melalui kegiatan produksi yang dilakukan meliputi pengecekan kualitas bahan baku, proses pencampuran bahan sampai dengan proses pengepakan serta melakukan pelaporan terhadap jumlah produk yang bagus dan produk cacat dari hasil proses produksi.

5. Kepala HRD dan GA

Kepala HRD dan GA bertugas mengawasi dan menganalisis produktifitas tenaga kerja dalam perusahaan, merancang sistem evaluasi kinerja para karyawan pada setiap bagian, melakukan seleksi penerimaan karyawan baru, mengadakan pelatihan guna meningkatkan kinerja dan motivasi para karyawan, serta memberikan usulan penerimaan karyawan baru dan pemberhentian karyawan lama kepada *general manager*.

6. Kepala Logistik

Kepala logistik bertugas mengendalikan dan mengawasi persediaan bahan baku, menyediakan data tentang persediaan bahan baku maupun barang jadi, menerima laporan mengenai kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan untuk melakukan proses produksi di perusahaan, menyediakan bahan baku dan bahan penunjang untuk produksi sesuai dengan jadwal produksi yang telah ditentukan.

4.1.4 Produk Perusahaan

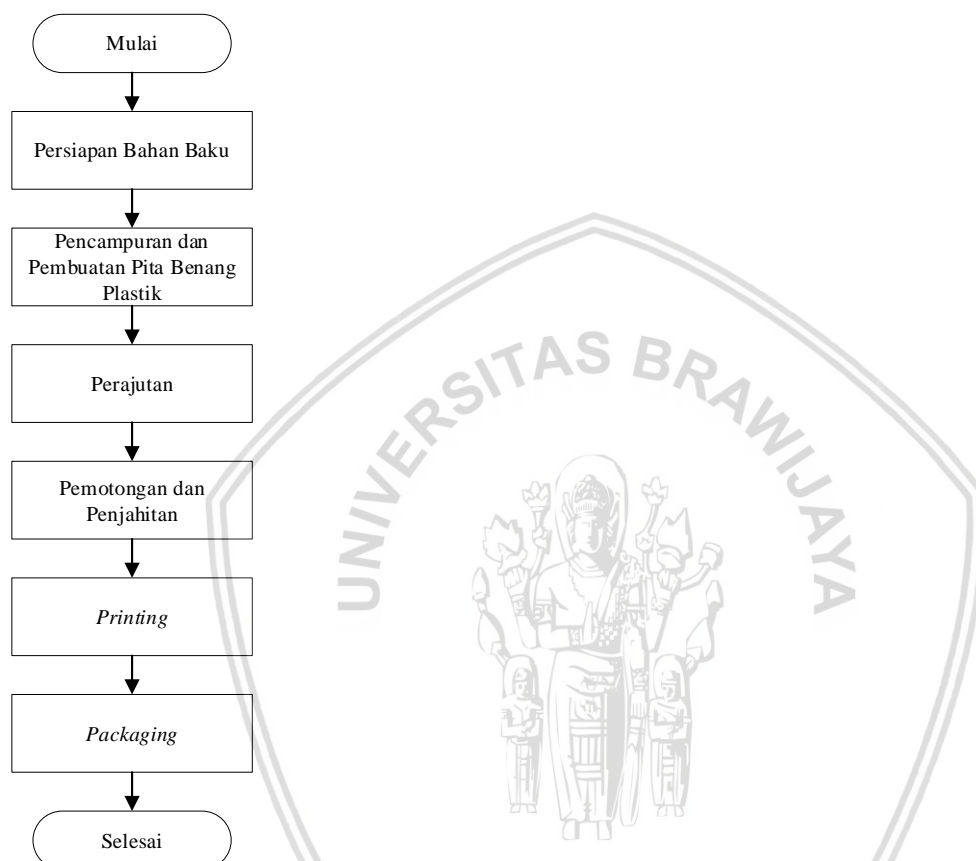
PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. didirikan dalam rangka memenuhi kebutuhan masyarakat dan pabrik-pabrik lainnya dalam memproduksi karung plastik dengan berbagai macam kegunaan. Penelitian ini difokuskan dengan proses produksi karung plastik atau disebut dengan *PP Woven Bag*. *PP Woven bag* merupakan produk anyaman karung plastik yang terbuat dari bahan baku utama yaitu *polypropylene* dan bahan baku penunjang kalsium. Gambar 4.2 merupakan gambar dari produk *PP woven bag* atau karung plastik.



Gambar 4.2 Produk *PP woven bag* atau karung plastik
Sumber: PT. Yanaprima Hastapersada Tbk.

4.1.5 Proses Produksi Karung Plastik

Dalam memproduksi karung plastik, PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. memiliki beberapa departemen yang berada dibawah divisi produksi yaitu departemen extruder, loom dan finishing. Masing-masing departemen memiliki beberapa tahapan dalam proses pembuatan karung plastik. Berikut Gambar 4.3 diagram alir dari tahapan proses produksi karung plastik.



Gambar 4.3 Diagram alir proses produksi karung plastik PT. Yanaprima Hastapersada Tbk.

Berikut akan dijelaskan secara detail dari tahap awal hingga tahap akhir dari pembuatan karung plastik.

1. Persiapan Bahan Baku

Langkah awal yang dilakukan untuk pembuatan karung plastik yaitu mempersiapkan bahan baku utama dan penunjang. Bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan karung plastik berupa biji plastik murni atau *polypropylene*. Sedangkan bahan baku penunjang yang digunakan berupa kalsium. Biji plastik murni dan kalsium dipasok dari *supplier*. Sebelum melakukan proses pencampuran harus ditentukan terlebih dahulu jenis bahan biji plastik yang sesuai dengan tipe dan gradenya serta bahan baku penunjang yang digunakan.



Gambar 4.4 Persiapan bahan baku

2. Pencampuran dan Pembuatan Benang Plastik

Proses pencampuran merupakan tahap awal dari proses produksi karung plastik. Pada proses ini dilakukan proses pencampuran bahan baku utama dan penunjang yaitu biji plastik dan kalsium. Semua bahan dicampur sesuai komposisi campurannya secara otomatis dengan menggunakan mesin *extruder*. Apabila ingin menghasilkan benang plastik berwarna maka ditambahkan dengan bahan pewarna dimana persentase pencampurannya disesuaikan dengan permintaan pelanggan dengan menggunakan mesin *mixer*. Hasil dari pencampuran semua bahan baku yaitu berupa lembar atau film plastik kemudian di pilah-pilah dengan pisau pemotong sehingga menghasilkan benang plastik. Jika sudah menghasilkan benang plastik maka diambil beberapa sampel lebar benang plastik, kuat tarik dan kemuluran benang plastik untuk dilakukan pengujian mutu benang tersebut seperti lebar dan kuat tarik benang plastik.



Gambar 4.5 Proses pencampuran



Gambar 4.6 Proses pembuatan benang plastik

3. Perajutan

Setelah dilakukan proses pencampuran, maka dilanjutkan ke proses perajutan atau penenunan. Pada proses ini menggunakan mesin *circular loom*. Mesin *circular loom* berfungsi untuk merajut atau menenun benang plastik. Benang plastik yang sudah digulung atau bobbin dipasang pada mesin *circular loom* dipisah menjadi dua bagian yaitu arah vertikal (*creel*) dan arah horizontal (*shuttle*). Perajutan atau penenunan dilakukan secara otomatis. Hasil dari proses perajutan atau penenunan yaitu berupa *roll sheet* atau lembaran *roll*. Dalam proses ini dilakukan inspeksi dan pengujian lebar sheet, berat standar, rajutan *creel* dan *shuttle*.



Gambar 4.7 Proses perajutan

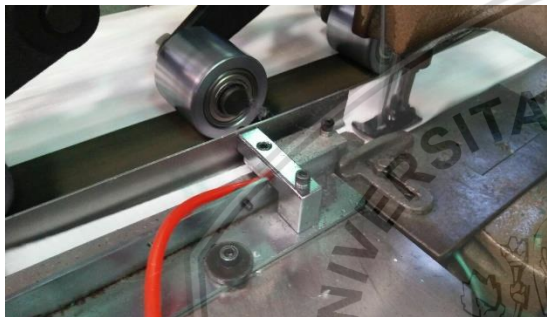
4. Pemotongan dan Penjahitan

Pada tahap ini dilakukan proses pemotongan sesuai dengan ukuran atau spesifikasi yang telah ditentukan. Ukuran atau spesifikasi ditentukan sesuai dengan permintaan pelanggan. Setelah itu dilakukan proses penjahitan pada bagian ujung karung plastik. Proses pemotongan dan penjahitan menggunakan mesin *cutting sewing*. Hasil dari

proses pemotongan dan penjahitan akan dilakukan inspeksi dan pengujian lebar lipatan dan jarak jahitan. Karung plastik yang sudah diinspeksi dan diuji akan dibawa ketempat penyimpanan untuk menunggu proses *printing*.



Gambar 4.8 Proses pemotongan



Gambar 4.9 Proses penjahitan

5. *Printing*

Sebelum dilakukan proses *printing*, dilakukan pembuatan desain berupa gambar logo maupun tulisan dimana harus sesuai dengan permintaan pelanggan baik dari ketajaman warna, kelengkapan dan ukuran gambar maupun tulisan. Untuk menjaga agar ketajaman warna tidak berubah-ubah, pada proses pencampuran tinta dengan soven dilakukan uji kekentalan dengan menggunakan viskositas kadar warna yang dihasilkan. Ketika gambar logo atau tulisan sudah ditentukan maka dilakukan proses *printing*. Pada proses ini gambar logo atau tulisan di cetak bersamaan dengan karung plastik. Karung plastik dicetak harus sesuai dengan contoh order baik masalah ketajaman warna, kelengkapan dan ukuran gambar maupun tulisan.



Gambar 4.10 Proses printing

6. Packaging

Setelah semua tahapan selesai, karung plastik yang sudah jadi dilakukan proses pengepakan. Hasil produksi yang sudah jadi diikat perbandel disusun per bale dimana isi per balenya 500 sampai dengan 1000 lembar dan dikemas dalam bungkus pada mesin Ball Press. Selanjutnya dilakukan proses jahit pada kedua sisi bungkus. Dalam proses ini juga dilakukan inspeksi pada dimensi pengepakan, jumlah per bendel, jumlah per bale, kode dan label kemasan. Karung plastik yang sudah dikemas dibawa ketempat penyimpanan atau gudang untuk menunggu proses pengiriman ke pelanggan.



Gambar 4.11 Proses packaging

4.2 Tahap Define

Tahap *define* merupakan tahapan awal yang dilakukan pada kegiatan pengolahan data dengan menggunakan metode *Six sigma* dengan mengidentifikasi mengenai hal yang termasuk kategori cacat produk dalam pembuatan karung plastik di PT. Yanaprima

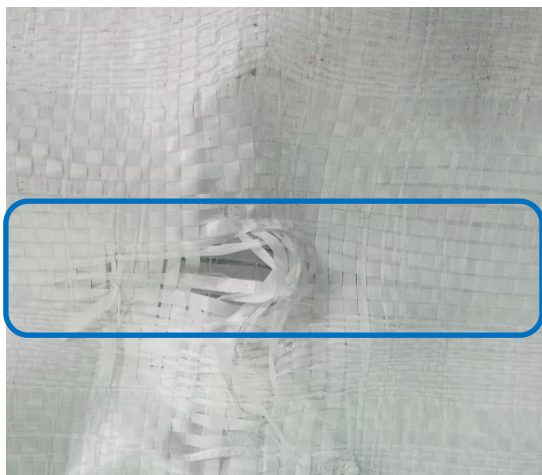
Hastapersada Tbk. Pada tahap ini dilakukan penguraian jenis-jenis cacat, penetapan tujuan, menentukan dan mengidentifikasi *Critical to Quality* (CTQ) dan melakukan pembuatan diagram pareto untuk mengetahui jumlah dan jenis cacat potensial yang paling berpengaruh untuk dijadikan fokus pada penelitian ini.

4.2.1 Identifikasi Cacat

Pada produk karung plastik yang menjadi objek penelitian di PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. masih terdapat variasi cacat. Dengan adanya variasi cacat dapat mempengaruhi kualitas dari produk karung plastik. Berdasarkan data sekunder perusahaan pada Tabel 1.1 terdapat permasalahan perusahaan yaitu masih banyaknya jumlah produk cacat. Jenis cacat pada produk karung plastik berbentuk cacat data atribut dan cacat data variabel. Terdapat lima jenis cacat pada produk plastik yaitu anyaman berlubang, anyaman renggang, miss print, lebar lipatan dan jarak jahit. Pada penelitian ini hanya difokuskan pada cacat data atribut karena cacat data atribut sangat berpengaruh pada proses produksi karung plastik dan sering terjadi pada proses produksi karung plastik sehingga dapat menyebabkan kerugian pada perusahaan. Selama ini tindakan yang dilakukan terhadap produk cacat atribut hanya dengan melakukan pencatatan saja sehingga pihak perusahaan kurang mengetahui hal-hal penyebab timbulnya produk cacat pada proses produksi karung plastik. Sedangkan untuk cacat data variabel dapat dilakukan perbaikan secara langsung apabila cacat tersebut muncul ketika proses produksi berlangsung. Perusahaan memiliki target 3% produk cacat dari total setiap produksi tetapi dari hasil yang diperoleh setiap produksinya masih ada beberapa yang melebihi 3%. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai cacat yang teridentifikasi pada proses produksi karung plastik.

1. Anyaman berlubang

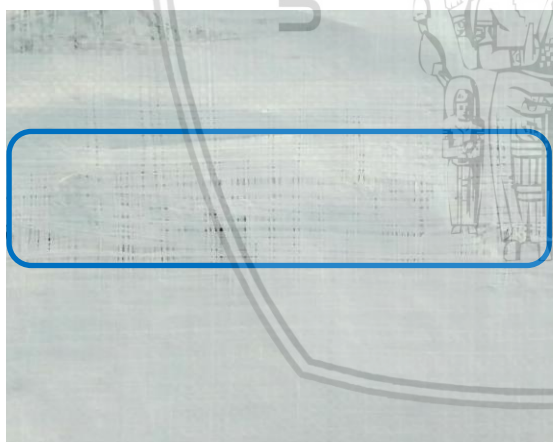
Jenis cacat anyaman berlubang merupakan ketidaksesuaian kriteria kualitas dimana terdapat celah atau jarak antar anyaman tidak rapat sehingga mengakibatkan terbentuknya lubang pada satu titik anyaman. Adanya lubang pada anyaman karung plastik menyebabkan produk tidak dapat masuk ke proses selanjutnya. Terdapat benang plastik putus pada saat proses perajutan dapat menyebabkan hasil anyaman pada karung plastik menjadi berlubang. Berikut merupakan gambar anyaman berlubang ditunjukkan pada Gambar 4.12



Gambar 4.12 Anyaman berlubang

2. Anyaman renggang

Jenis cacat anyaman renggang merupakan kondisi karung plastik terdapat celah atau renggang pada anyaman karung plastik. Kondisi ini menyebabkan karung plastik tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan perusahaan dimana anyaman karung plastik rapat arah *shuttle* dan *creel*. Pada saat proses penenunan, terdapat benang plastik putus sehingga menyebabkan adanya celah dan renggang pada anyaman karung plastik. Berikut merupakan gambar anyaman renggang ditunjukkan pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Anyaman renggang

3. Miss print

Miss print merupakan ketidaksesuaian produk karung plastik karena terdapat cacat seperti hasil *print* warnanya kabur atau tidak merata, hasil *print* kotor dan tidak menempel dan logo tidak tercetak tepat dan utuh pada proses *printing* sehingga produk karung plastik yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan perusahaan. Untuk jarak *center* gambar dan tulisan perusahaan memiliki ukuran yaitu 2,5 cm dari ujung kanan dan kiri karung plastik. Berikut merupakan gambar hasil *print*

warnanya kabur atau tidak merata ditunjukkan pada Gambar 4.14 dan logo tidak tercetak utuh dan tepat ditunjukkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.14 Hasil print warnanya kabur dan tidak merata



Gambar 4.15 Logo tidak tercetak utuh dan tepat

4.2.2 Penetapan Tujuan Penelitian

Terdapat permasalahan yang dihadapi PT. Yanaparima Hastapersada adalah masih terdapat banyaknya jumlah produk cacat pada proses produksi karung plastik dan adanya variasi jenis cacat yang dihasilkan serta kurangnya upaya yang dilakukan oleh perusahaan untuk mencegah terjadinya cacat. Hal ini menyebabkan belum diketahui secara detail penyebab utama terjadinya produk cacat. Oleh karena itu, dilakukan pengendalian kualitas pada penelitian ini dengan menggunakan metode *Six sigma*. Pada penelitian ini mengacu pada siklus DMAIC dimana terbatas pada tahap *improve* dengan tujuan nantinya dapat

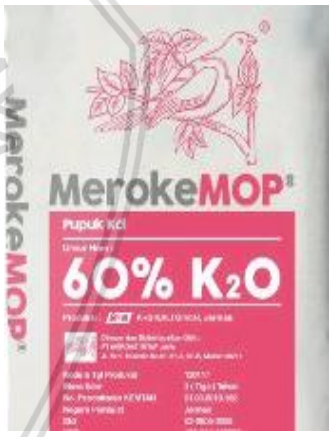
memberikan rekomendasi perbaikan pada proses produksi karung plastik untuk mengurangi jumlah produk cacat dan meningkatkan kualitas produk karung plastik.

4.2.3 Identifikasi *Critical to Quality* (CTQ)

Critical to Quality (CTQ) adalah suatu karakteristik kunci dari suatu produk dan digunakan untuk mengukur apakah produk telah sesuai dengan spesifikasi dari perusahaan. Selain itu, *Critical to Quality* (CTQ) dapat diartikan sebagai atribut utama berpengaruh langsung terhadap pencapaian kualitas. CTQ produk karung plastik berdasarkan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh perusahaan. CTQ untuk produk karung plastik merupakan CTQ untuk jenis cacat data atribut. Berdasarkan hasil wawancara dan diskusi dengan pihak perusahaan serta studi lapangan di departemen proses produksi karung plastik diketahui *Critical to Quality* (CTQ) dari produk karung plastik sebagai berikut.

Tabel 4.1

Critical to Quality (CTQ) Karung Plastik

No.	CTQ	Jenis Cacat	Spesifikasi	Gambar Produk
1	Anyaman rapat dan rapi	Renggang	Anyaman rapat arah <i>shuttle</i> (horizontal)	
			Anyaman rapat arah <i>creel</i> (vertical)	
2	Tidak terdapat lubang pada anyaman	Lubang	Anyaman tidak berlubang	
3	Hasil <i>print</i> rapi dan merata	Miss Print	Posisi blok atau gambar sesuai dan tepat	
			Warna <i>print</i> tidak kabur dan merata	
			Hasil <i>print</i> tidak kotor dan nempel	

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa CTQ dari produk karung plastik terdapat tiga dan masing-masing CTQ memiliki spesifikasi sebagai standar dalam menganalisis kualitas dari produk. CTQ dari produk karung plastik sangat penting dan harus diperhatikan oleh perusahaan sehingga produk karung plastik yang dihasilkan sesuai yang diharapkan oleh perusahaan. Dari CTQ diatas dapat disimpulkan munculnya cacat pada produk karung plastik disebabkan karena adanya faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya permasalahan pada produk karung plastik sehingga terjadi ketidaksesuaian pada CTQ yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

4.2.4 Identifikasi Jenis Cacat dengan Diagram Pareto

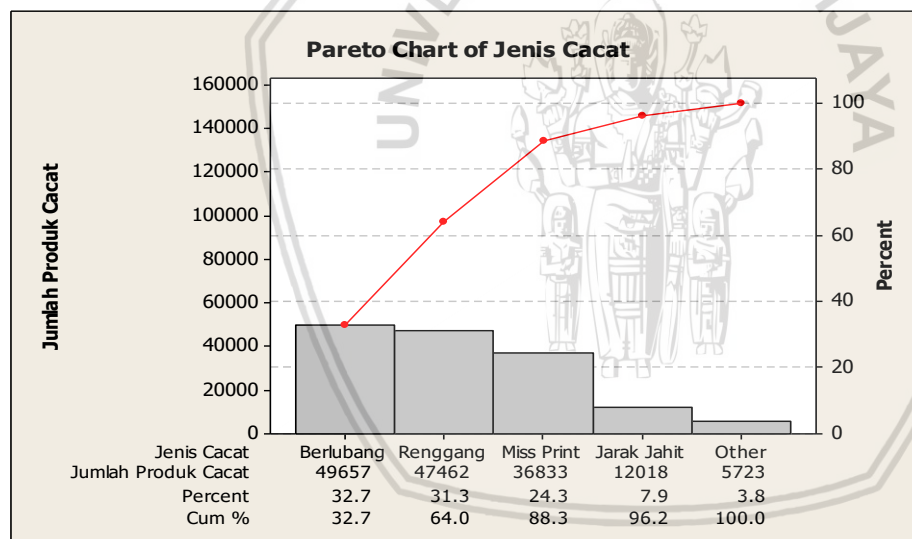
Setelah melakukan identifikasi *Critical to Quality* (CTQ) produk karung plastik, maka langkah selanjutnya yaitu membuat diagram pareto. Pembuatan diagram pareto digunakan untuk mengetahui dan menentukan jenis cacat paling berpengaruh untuk dibahas lebih lanjut dalam penelitian ini. Jenis cacat yang dipilih yaitu berdasarkan persentase jumlah cacat dimana memiliki nilai kumulatif sebesar $\pm 80\%$. Berikut ini merupakan Tabel 4.2 dari hasil perhitungan diagram pareto

Tabel 4.2

Perhitungan Persentase Cacat dengan Diagram Pareto

No	Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	Anyaman berlubang	49.657	32,7 %	32,7 %
2	Anyaman renggang	47.462	31,3 %	64,0 %
3	Miss print	36.833	24,3 %	88,3 %
4	Jarak jahit	12.018	7,9 %	96,2 %
5	Lebar lipatan	5.723	3,8 %	100,0 %

Setelah itu membuat diagram pareto dengan menggunakan Minitab 16. Berikut ini merupakan gambar diagram pareto yang dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Diagram pareto jenis cacat karung plastik

Dari diagram pareto pada Gambar 4.16 dapat dilihat bahwa persentase kumulatif jenis cacat pada karung plastik sebesar $\pm 80\%$ disebabkan oleh ketiga jenis cacat yaitu anyaman berlubang, anyaman renggang dan miss print. Cacat anyaman berlubang sebanyak 49.657 lembar dengan persentase 32,7%, cacat anyaman renggang sebanyak 47.462 lembar dengan persentase 31,3% dan cacat miss print sebanyak 36.833 lembar 24,3%. Dari ketiga cacat tersebut didapatkan persentase kumulatif sebesar 88,3% dan termasuk kedalam jenis cacat atribut. Dalam diagram pareto pemecahan masalah harus berfokus dan memprioritaskan 80% dari penyebab dominan sehingga pada penelitian ini difokuskan pada ketiga jenis cacat tersebut.

4.3 Tahap *Measure*

Tahap *measure* merupakan tahap melakukan proses pengumpulan dan pengukuran terhadap objek penelitian di PT. Yanaprima Hastapersada Tbk yaitu karung plastik. Pada tahap ini dilakukan pembuatan dan perhitungan peta kontrol data atribut, perhitungan DPMO, nilai *level sigma* dan serta melakukan analisis kapabilitas proses.

4.3.1 Pengendalian Kualitas Proses Statistik dengan Peta Kontrol P

Langkah awal pada tahap *measure* yaitu melakukan pengolahan data pengendalian kualitas proses statistik. Peta kontrol p digunakan untuk mengetahui dan mengevaluasi apakah produk karung plastik masih dalam batas yang diisyaratkan. Alasan menggunakan peta kontrol p yaitu data produk cacat merupakan jenis data atribut dan jumlah yang diproduksi berbeda atau ingin melakukan 100% inspeksi. Berikut merupakan perhitungan peta kontrol p untuk ketiga jenis cacat terbesar dan paling berpengaruh pada proses produksi karung plastik berdasarkan hasil diagram pareto.

1. Peta kontrol cacat anyaman berlubang

Berikut ini merupakan langkah dalam perhitungan peta kontrol untuk jenis cacat anyaman berlubang pada tahun 2017, serta contoh perhitungan pada bulan januari.

a. Melakukan perhitungan proporsi cacat anyaman berlubang

$$P = \frac{\text{produk cacat januari}}{\text{jumlah produksi januari}} \\ = \frac{4.056}{330.910} = 0,0123$$

b. Melakukan perhitungan garis pusat

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum \text{produk cacat}}{\sum \text{total jumlah produksi}} = \frac{49.657}{3.990.545} = 0,0124$$

c. Melakukan perhitungan batas pengendali atas dan pengendali bawah.

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,0123 - 3 \sqrt{\frac{0,0123(1-0,0123)}{330.910}} = 0,0119$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,0123 + 3 \sqrt{\frac{0,0123(1-0,0123)}{330.910}} = 0,0130$$

d. Tabel 4.3 hasil perhitungan peta kontrol p untuk jenis cacat anyaman berlubang.

Tabel 4.3

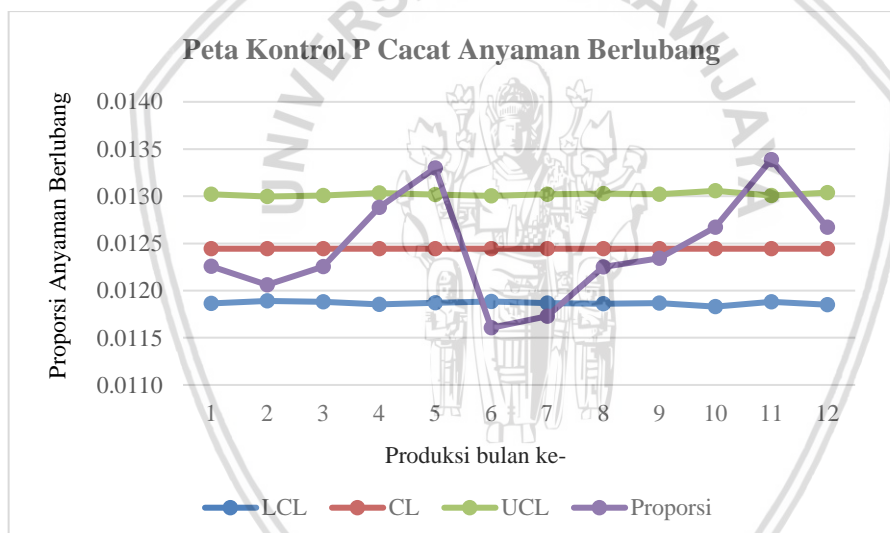
Perhitungan Peta Kontrol P Cacat Anyaman Berlubang

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi Cacat	CL	LCL	UCL
Januari	330.910	4.056	0,0123	0,0124	0,0119	0,0130

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi Cacat	CL	LCL	UCL
Februari	361.150	4.356	0,0121	0,0124	0,0119	0,0130
Maret	348.181	4.267	0,0123	0,0124	0,0119	0,0130
April	317.391	4.089	0,0129	0,0124	0,0119	0,0130
Mei	335.906	4.467	0,0133	0,0124	0,0119	0,0130
Juni	353.112	4.098	0,0116	0,0124	0,0119	0,0130
Juli	332.335	3.898	0,0117	0,0124	0,0119	0,0130
Agustus	323.789	3.967	0,0123	0,0124	0,0119	0,0130
September	331.329	4.089	0,0123	0,0124	0,0119	0,0130
Oktober	293.857	3.724	0,0127	0,0124	0,0119	0,0131
November	348.587	4.667	0,0134	0,0124	0,0119	0,0130
Desember	313.998	3.979	0,0127	0,0124	0,0119	0,0130
Total	3.990.545	49.657				

e. Membuat peta kontrol p

Berdasarkan perhitungan proporsi, garis pusat, batas kendali atas dan batas kendali bawah maka diperoleh peta kontrol p untuk jenis cacat anyaman berlubang yang dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Peta kontrol P cacat anyaman berlubang

Pada Gambar 4.17 dapat dilihat bahwa masih terdapat data diluar batas kendali. Terdapat 4 data diluar batas kendali yaitu pada data bulan ke 5,6,7 dan 11. Hal tersebut menyebabkan proses produksi karung plastik menjadi tidak stabil dan belum optimal karena adanya variasi penyebab khusus yang terjadi pada proses tersebut. Untuk mengetahui penyebabnya, akan dilakukan analisis dengan menggunakan diagram sebab akibat pada tahap selanjutnya.

2. Peta kontrol untuk jenis cacat anyaman renggang

Berikut ini merupakan perhitungan peta kontrol p untuk jenis cacat anyaman renggang pada tahun 2017, serta contoh perhitungan pada bulan januari.

a. Melakukan perhitungan proporsi cacat anyaman renggang

$$P = \frac{\text{produk cacat januari}}{\text{jumlah produksi januari}}$$

$$= \frac{3.967}{330.910} = 0,0120$$

- b. Melakukan perhitungan garis pusat

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum \text{produk cacat}}{\sum \text{total jumlah produksi}} = \frac{47.462}{3.990.545} = 0,0119$$

- c. Melakukan perhitungan batas pengendali atas dan pengendali bawah

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,0120 - 3 \sqrt{\frac{0,0120(1-0,0120)}{330.910}} = 0,0113$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,0120 + 3 \sqrt{\frac{0,0120(1-0,0120)}{330.910}} = 0,0125$$

- d. Tabel 4.4 yang menampilkan data hasil perhitungan peta kontrol p untuk jenis cacat anyaman renggang.

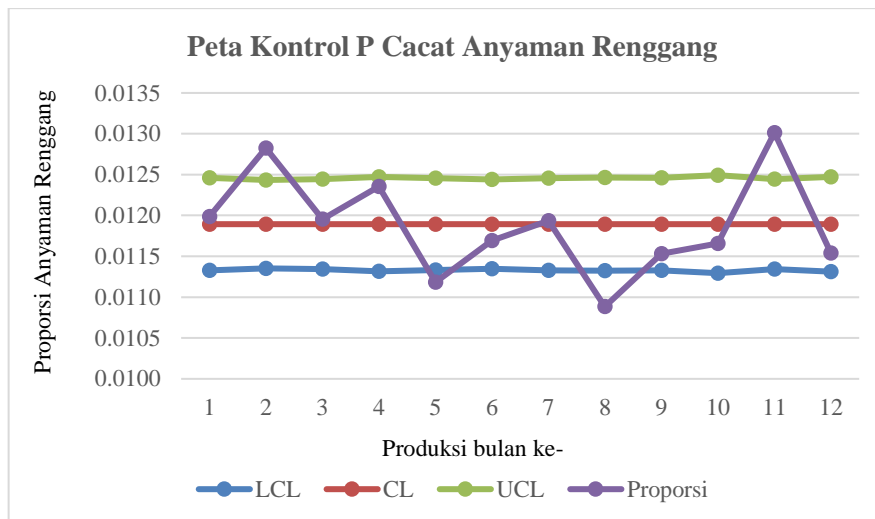
Tabel 4.4

Perhitungan Peta Kontrol P Cacat Anyaman Renggang

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi Cacat	CL	LCL	UCL
Januari	330.910	3.967	0,0120	0,0119	0,0113	0,0125
Februari	361.150	4.631	0,0128	0,0119	0,0113	0,0125
Maret	348.181	4.162	0,0120	0,0119	0,0113	0,0125
April	317.391	3.921	0,0124	0,0119	0,0113	0,0125
Mei	335.906	3.756	0,0112	0,0119	0,0113	0,0125
Juni	353.112	4.129	0,0117	0,0119	0,0113	0,0125
Juli	332.335	3.967	0,0119	0,0119	0,0113	0,0125
Agustus	323.789	3.524	0,0109	0,0119	0,0113	0,0125
September	331.329	3.821	0,0115	0,0119	0,0113	0,0125
Oktober	293.857	3.425	0,0117	0,0119	0,0113	0,0125
November	348.587	4.536	0,0130	0,0119	0,0113	0,0125
Desember	313.998	3.623	0,0115	0,0119	0,0113	0,0125
Total	3.990.545	47.462				

- e. Membuat peta kontrol p

Gambar hasil perhitungan peta kontrol p cacat anyaman renggang dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Peta kontrol P cacat anyaman renggang

Pada Gambar 4.18 dapat dilihat bahwa masih terdapat data diluar batas kendali. Terdapat 4 data diluar batas kendali yaitu pada data bulan ke 2,5,8 dan 11. Hal tersebut menyebabkan proses produksi karung plastik menjadi tidak stabil dan belum optimal karena adanya variasi penyebab khusus yang terjadi pada proses tersebut. Untuk mengetahui penyebabnya, akan dilakukan analisis dengan menggunakan diagram sebab akibat pada tahap selanjutnya.

3. Peta kontrol untuk jenis cacat miss print

Berikut ini merupakan perhitungan peta kontrol p untuk jenis cacat miss print.

- Melakukan perhitungan proporsi cacat miss print pada tahun 2017, serta contoh perhitungan pada bulan januari.

$$P = \frac{\text{produk cacat januari}}{\text{jumlah produksi januari}}$$

$$= \frac{2.967}{330.910} = 0,0090$$

- Melakukan perhitungan garis pusat

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum \text{produk cacat}}{\sum \text{total jumlah produksi}} = \frac{36.833}{3.990.545} = 0,0092$$

- Melakukan perhitungan batas pengendali atas dan pengendali bawah

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,0092 - 3 \sqrt{\frac{0,0092(1-0,0092)}{330.910}} = 0,0087$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,0092 + 3 \sqrt{\frac{0,0092(1-0,0092)}{330.910}} = 0,0097$$

- Tabel 4.5 yang menampilkan data hasil pehitungan peta kontrol p untuk jenis cacat miss print.

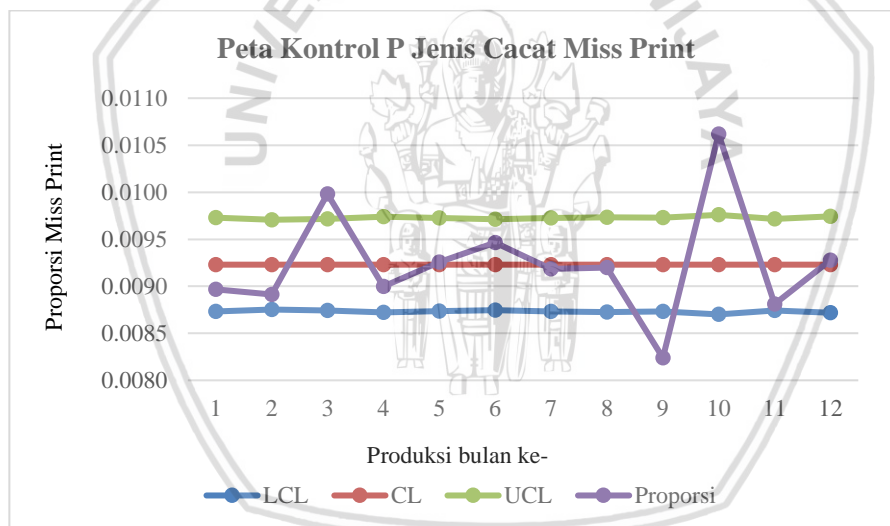
Tabel 4.5

Perhitungan Peta Kontrol P Cacat Miss Print

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Proporsi Cacat	CL	LCL	UCL
Januari	330.910	2.967	0,0090	0,0092	0,0087	0,0097
Februari	361.150	3.219	0,0089	0,0092	0,0087	0,0097
Maret	348.181	3.476	0,0100	0,0092	0,0087	0,0097
April	317.391	2.856	0,0090	0,0092	0,0087	0,0097
Mei	335.906	3.109	0,0093	0,0092	0,0087	0,0097
Juni	353.112	3.342	0,0095	0,0092	0,0087	0,0097
Juli	332.335	3.052	0,0092	0,0092	0,0087	0,0097
Agustus	323.789	2.978	0,0092	0,0092	0,0087	0,0097
September	331.329	2.730	0,0082	0,0092	0,0087	0,0097
Oktober	293.857	3.120	0,0106	0,0092	0,0087	0,0098
November	348.587	3.071	0,0088	0,0092	0,0087	0,0097
Desember	313.998	2.913	0,0093	0,0092	0,0087	0,0097
Total	3.990.545	36.833				

f. Membuat peta kontrol p

Gambar hasil perhitungan peta kontrol p cacat anyaman miss print dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Peta kontrol P cacat miss print

Pada Gambar 4.19 dapat dilihat bahwa masih terdapat data diluar batas kendali. Terdapat 3 data diluar batas kendali yaitu pada data bulan ke 3, 9 dan 10. Hal tersebut menyebabkan proses produksi karung plastik menjadi tidak stabil dan belum optimal karena adanya variasi penyebab khusus yang terjadi pada proses tersebut.. Selanjutnya akan dilakukan analisis dengan menggunakan diagram sebab akibat untuk mengetahui penyebabnya pada tahap *analyze*.

4.3.2 Pengukuran Tingkat Kinerja

Peningkatan kualitas *six sigma* akan berfokus pada upaya untuk mencapai kegagalan nol (*zero defect*) sehingga dapat memberikan kepuasan pada pelanggan. Sebelum proyek *six sigma* dimulai, maka langkah yang dilakukan yaitu harus mengetahui tingkat kinerja sekarang atau *baseline performa* terlebih dahulu. Kemudian kemajuan peningkatan yang dicapai dapat diukur sepanjang masa siklus *Six sigma* berlangsung. *Baseline* performa dalam *Six sigma* yaitu dengan melakukan DPMO dan level sigma. Berikut ini merupakan perhitungan DPMO dan level sigma secara keseluruhan.

1. Melakukan perhitungan DPMO

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Banyak produk cacat}}{\text{Jumlah produk yang diproduksi}} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = \frac{49.657}{3.990.545} \times 1.000.000 = 12.443,664$$

2. Menghitung *level sigma* berdasarkan *Six sigma* Motorola dengan menggunakan *Microsoft Excel*.

$$\text{Level sigma} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - \text{DPMO}}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$\text{Level sigma} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - 12.433,664}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$= 3,743$$

Tabel 4.6

Perhitungan Nilai DPMO dan *Level Sigma*

Jenis Cacat	Jumlah Produksi	Jumlah Produk Cacat	DPMO	Level Sigma
Anyaman lubang	3.990.545	49.657	12.443,664	3,743
Anyaman renggang	3.990.545	47.462	11.893,612	3,761
Miss print	3.990.545	36.833	9.230,068	3,856
Rata-rata	3.990.545	44.650,667	11.189,115	3,787

Pada Tabel 4.6 dari hasil perhitungan nilai DPMO dan *level sigma* proses produksi karung plastik saat ini memiliki nilai DPMO rata-rata sebesar 11.189,115 yang dapat diinterpretasikan bahwa dari satu juta kesempatan yang ada maka terdapat 11.189,115 lembar kemungkinan proses produksi karung plastik menghasilkan produk cacat. Nilai *level sigma* didapatkan sebesar 3,787. Hal ini masih dianggap kurang baik karena jika dilihat dari persebaran nilai hasil observasi terhadap rata-rata anyaman berlubang, anyaman renggang dan miss print pada perhitungan peta p. Selain itu terdapat variasi jumlah cacat produk karung plastik pada Tabel 1.1 dimana menunjukkan banyaknya persentase yang berada diatas target perusahaan atau melebihi 3%. Oleh karena itu, perlu dilakukan penanganan lebih lanjut dari perusahaan untuk memperbaiki kualitas dan mengurangi jumlah kemungkinan cacat yang terjadi.

4.3.3 Kapabilitas Proses

Setelah melakukan perhitungan nilai DPMO dan *level sigma* maka langkah selanjutnya menghitung kapabilitas proses. Perhitungan kapabilitas proses dilakukan untuk mengukur dan mengetahui kemampuan dari proses saat ini dalam menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Berikut merupakan contoh perhitungan nilai kapabilitas proses data atribut untuk cacat anyaman berlubang.

$$Cp = \frac{\text{Level Sigma}}{3} = \frac{3.742}{3} = 1,247$$

Tabel 4.7

Nilai Kapabilitas Proses dari Masing-Masing Jenis Cacat

Jenis Cacat	Jumlah Produksi	Jumlah Produk Cacat	DPMO	Level Sigma	Kapabilitas Proses
Anyaman Berlubang	3.990.545	49.657	12.443,664	3,743	1,248
Anyaman Renggang	3.990.545	47.462	11.893,612	3,761	1,254
Miss Print	3.990.545	36.833	9.230,068	3,856	1,285
Rata-rata	3.990.545	44.650,667	11.189,115	3,787	1,262

Dari Tabel 4.7 perhitungan nilai kapabilitas proses produk karung plastik dapat diketahui bahwa nilai kapabilitas proses perusahaan berada dalam jangkauan nilai antara 1,00-1,99 yaitu dengan nilai Cp rata-rata sebesar 1,262 artinya proses dianggap cukup mampu (*capable*) untuk menuju proyek *Six sigma*. Walaupun kapabilitas proses menunjukkan hasil yang cukup mampu tetapi tetap perlu dilakukan peningkatan proses untuk menuju target perusahaan yaitu 3% produk cacat dari total keseluruhan produksi atau menuju *zero defect*. Berdasarkan data pada Tabel 1.1 menunjukkan persentase jumlah cacat melebihi target 3% dan pada peta kendali p juga menunjukkan masih ada data melebihi batas kontrol karena proses belum stabil atau optimal dan adanya penyebab khusus. Oleh karena itu, diperlukan upaya peningkatan proses untuk meningkatkan kualitas produk dengan menurunkan jumlah produk cacat atau menuju proyek *Six sigma*.

4.4 Tahap Analyze

Tahap ketiga dari siklus *Six sigma* adalah tahap *analyze*. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui dan menemukan faktor-faktor penyebab permasalahan pada proses produksi karung plastik. Analisis pada tahap ini dilakukan untuk beberapa hal seperti analisis biaya untuk mengetahui risiko *internal failure cost* karena menjual produk dibawah harga patokan, analisis untuk mengetahui penyebab utama dari permasalahan yang terdiri dari beberapa faktor yaitu manusia, mesin, material dan meode dengan menggunakan diagram sebab akibat dan analisis menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang digunakan untuk

menemukan prioritas penyebab masalah kualitas dengan menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN).

4.4.1 Analisis Biaya

Analisis biaya digunakan untuk menghitung dan mengetahui perkiraan biaya yang hilang karena menjual produk dibawah harga patokan. Biaya ini dapat disebut dengan biaya kegagalan internal (*internal failure costs*) berupa biaya yang dikeluarkan perusahaan karena terpaksa menjual produk dibawah harga patokan akibat produk cacat. Berdasarkan wawancara pada pihak perusahaan produk cacat akan dijual dibawah harga patokan sebesar Rp 7.000,00/kg sedangkan produk dengan kualitas baik dijual dengan harga Rp 23.000,00/kg. Jumlah rata-rata karung plastik setiap kg yaitu 15 lembar. Berikut ini merupakan contoh perhitungan biaya kegagalan internal untuk produksi bulan januari.

1. Mengubah jumlah cacat menjadi satuan kg

$$\text{Karung plastik} = 12.614 \text{ lembar} = \frac{12.614}{15} = 840,9 \text{ kg}$$

2. Menghitung biaya kegagalan internal

$$\text{Internal failure cost} = 840,9 \text{ kg} \times \text{Rp } 7.000,00/\text{kg} = \text{Rp } 5.886.533,00$$

Berikut merupakan rekapan hasil perhitungan biaya kegagalan internal yang dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8
Internal Failure Cost

Bulan Produksi	Jumlah Produk Cacat (lembar)	Jumlah Produk Cacat (kg)	Biaya Kegagalan Internal
Januari	12.614	840,9	Rp 5.886.533,00
Februari	13.844	922,9	Rp 6.460.533,00
Maret	13.148	876,5	Rp 6.135.733,00
April	12.342	822,8	Rp 5.759.600,00
Mei	13.004	866,9	Rp 6.068.533,00
Juni	13.185	879,0	Rp 6.153.000,00
Juli	12.174	811,6	Rp 5.681.200,00
Agustus	12.172	811,5	Rp 5.680.267,00
September	11.905	793,7	Rp 5.555.667,00
Oktober	11.658	777,2	Rp 5.440.400,00
November	13.615	907,7	Rp 6.353.667,00
Desember	12.032	802,1	Rp 5.614.933,00
Total			Rp 70.790.067,00

Dapat dilihat pada Tabel 4.11 bahwa biaya kegagalan internal dengan menjual produk dibawah harga patokan karena produk yang dihasilkan cacat selama 12 bulan produksi atau dari bulan Januari 2017 sampai bulan Desember 2017 yaitu sebesar Rp 70.790.067,00. Biaya kegagalan internal yang diterima perusahaan cukup besar karena menjual produk dibawah

harga patokan. Berikut akan dilakukan perhitungan apabila produk yang dihasilkan memiliki kualitas baik dijual dengan harga Rp 23.000,00/kg.

1. Mengubah jumlah cacat menjadi satuan kg

$$\text{Karung plastik} = 12.614 \text{ lembar} = \frac{12.614}{15} = 840,9 \text{ kg}$$

2. Menghitung biaya penjualan produk pada bulan Januari

$$\text{Biaya} = 840,9 \text{ kg} \times \text{Rp } 23.000,00/\text{kg} = \text{Rp } 19.340.700,00$$

Rekapan selisih biaya apabila produk dijual dengan harga dibawah patokan dan dijual dengan harga normal dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9

Selisih biaya *Internal Failure Cost*

Bulan Produksi	Jumlah Produk Cacat (lembar)	Jumlah Produk Cacat (kg)	Biaya menjual produk dengan harga normal	Selisih Biaya
Januari	12.614	840,9	Rp 19.341.467,00	Rp 13.454.933,00
Februari	13.844	922,9	Rp 21.227.467,00	Rp 14.766.933,00
Maret	13.148	876,5	Rp 20.160.267,00	Rp 14.024.533,00
April	12.342	822,8	Rp 18.924.400,00	Rp 13.164.800,00
Mei	13.004	866,9	Rp 19.939.467,00	Rp 13.870.933,00
Juni	13.185	879,0	Rp 20.217.000,00	Rp 14.064.000,00
Juli	12.174	811,6	Rp 18.666.800,00	Rp 12.985.600,00
Agustus	12.172	811,5	Rp 18.663.733,00	Rp 12.983.467,00
September	11.905	793,7	Rp 18.254.333,00	Rp 12.698.667,00
Oktober	11.658	777,2	Rp 17.875.600,00	Rp 12.435.200,00
November	13.615	907,7	Rp 20.876.333,00	Rp 14.522.667,00
Desember	12.032	802,1	Rp 18.449.067,00	Rp 12.834.133,00
Total			Rp 232.595.933,00	Rp 161.805.867,00

Berdasarkan Tabel 4.9 menunjukkan selisih biaya jika produk yang dihasilkan dengan kualitas baik dijual dengan harga Rp 23.000,00/kg yaitu sebesar Rp 161.805.867,00. Selisih biaya yang diterima perusahaan cukup besar karena menjual produk dibawah harga patokan. Hal ini dapat merugikan perusahaan karena menurunkan pendapatan perusahaan. Sehingga diperlukan upaya penanganan dengan dilakukan analisis lebih lanjut untuk menemukan penyebab utama terlebih dahulu, kemudian dapat dicari solusi penanganan yang tepat untuk menurunkan jumlah produk cacat. Dengan menurunkan jumlah cacat pada produk karung plastik maka akan menurunkan juga jumlah biaya kegagalan internal.

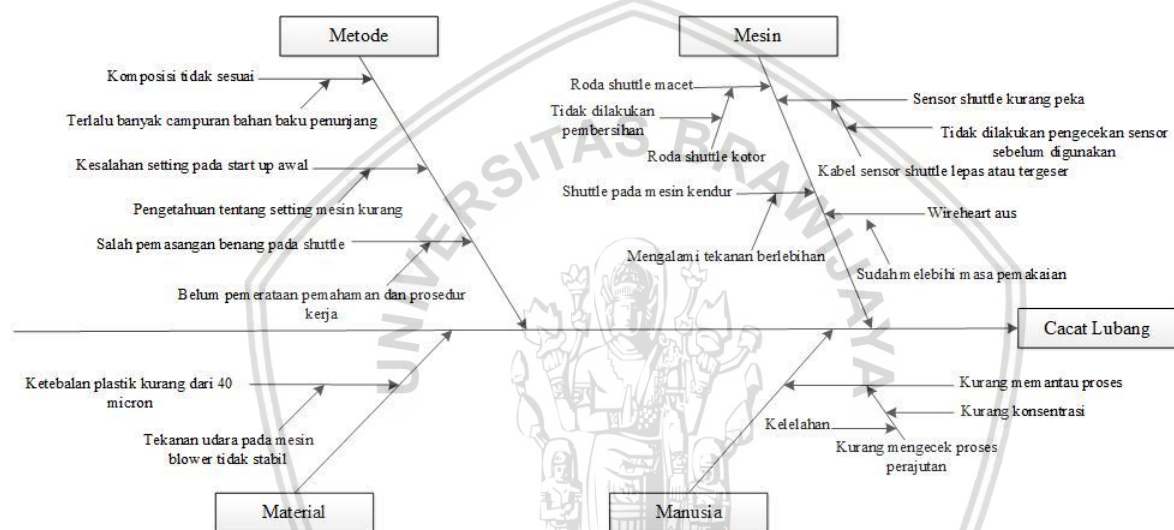
4.4.2 Diagram Sebab Akibat

Pada penelitian ini digunakan diagram sebab akibat untuk mengetahui dan mengidentifikasi akar penyebab permasalahan terjadinya produk cacat pada proses produksi karung plastik di PT. Yanaprima Hastapersadar Tbk. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi ketiga jenis cacat yaitu cacat lubang, cacat renggang dan cacat miss print.

Penyebab permasalahan dari ketiga jenis cacat tersebut didapatkan berdasarkan hasil diskusi dan wawancara dengan pihak *quality control* dan operator didepartemen produksi. Selain itu, dilakukan observasi secara langsung pada proses produksi karung plastik di PT. Yanaprima Hastapersada Tbk.

4.4.2.1 Diagram Sebab Akibat Cacat Lubang

Jenis cacat lubang merupakan jenis cacat dimana terdapat celah antara anyaman arah horizontal dan vertikal yang mengakibatkan karung plastik tidak dapat memenuhi spesifikasi perusahaan. Produk cacat anyaman berlubang tidak dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya. Gambar 4.20 merupakan diagram sebab akibat dari produk cacat anyaman berlubang.



Gambar 4.20 Diagram sebab akibat cacat lubang

Berdasarkan Gambar 4.20, faktor-faktor penyebab dari cacat lubang terdiri dari faktor manusia, mesin, material dan metode. Keempat faktor ini menjadi faktor dominan dan masing-masing dari faktor tersebut memiliki akar penyebab. Berikut ini akan diuraikan dari setiap faktor yang menyebabkan cacat lubang.

1. Faktor mesin

- a. Dalam melakukan proses perajutan karung plastik terdapat suatu bagian pada mesin *circular loom* yaitu *wireheart*. *Wireheart* digunakan untuk menghantarkan benang plastik menjadi bentuk rajutan. Apabila *wireheart* pada mesin *circular loom* sudah mengalami aus atau rusak, maka proses perajutan pun terhambat dan menghasilkan cacat lubang pada anyaman karung plastik. *Wireheart* aus atau rusak dikarenakan sudah melebihi masa pemakaian. Dimana pergantian *wireheart* biasanya dilakukan setiap 1 tahun. Pihak perusahaan melakukan pergantian *wireheart* ketika sudah

mengalami kerusakan sehingga proses perajutan karung plastik menjadi terhambat dan kurang optimal. Gambar 4.21 merupakan gambar dari *wireheart*.



Gambar 4.21 Wireheart pada mesin *circular loom*

- b. Terdapat roda *shuttle* pada mesin *circular loom*. Roda *shuttle* digunakan untuk melakukan pergerakan *shuttle* pada proses perajutan. Apabila roda *shuttle* macet dapat menghambat proses perajutan dan menghasilkan cacat lubang pada anyaman karung plastik. Roda *shuttle* macet dikarenakan roda *shuttle* kotor. Pembersihan roda *shuttle* sangat penting dan perlu dilakukan karena sisa-sisa kotoran benang plastik dapat menghambat jalannya proses perajutan. Kurangnya dilakukan pembersihan pada roda *shuttle* karena belum ada aturan untuk pembersihan roda *shuttle* secara berkala sehingga membuat operator lalai untuk membersihkannya. Gambar 4.22 merupakan roda *shuttle* pada mesin *circular loom*.



Gambar 4.22 Roda *shuttle* pada mesin *circular loom*

- c. *Shuttle* pada mesin *circular loom* kendur. *Shuttle* dapat kendur karena terlalu sering mengalami tekanan yang berlebihan dari roda *shuttle*. Hal ini dapat dikarenakan kecepatan mesin *circular loom* yang terlalu tinggi. Kecepatan mesin yang tinggi

disebabkan *setting* pada mesin *circular loom* tidak sesuai. Dimana *setting* kecepatan mesin *circular loom* seharusnya 900 – 1100 rpm. Apabila lebih dari 1100 rpm dapat menyebabkan tekanan yang berlebihan dan menyebabkan *shuttle* menjadi kendur. Gambar 4.23 merupakan *shuttle* pada mesin *circular loom*.



Gambar 4.23 Shuttle pada mesin *circular loom*

- d. Sensor *shuttle* kurang peka dikarenakan kabel yang terdapat pada sensor tergeser atau lepas. Sehingga ketika benang yang terdapat pada *shuttle* habis tidak dapat terdeteksi. Apabila benang pada *shuttle* habis, operator perlu melakukan pergantian benang. Dengan tidak terdeteksinya benang pada *shuttle* dapat menghambat proses perajutan karung plastik dan menghasilkan anyaman produk karung plastik menjadi lubang. Perlu dilakukan pengecekan sensor *shuttle* sebelum mesin *circular loom* digunakan. Gambar 4.24 merupakan sensor *shuttle* pada mesin *circular loom*.



Gambar 4.24 Sensor Shuttle pada Mesin Circular Loom

2. Faktor manusia

Faktor manusia penyebab produk anyaman lubang yaitu kurangnya operator dalam memantau proses produksi. Sehingga dapat menyebabkan operator kurang mengetahui kendala kendala apa saja yang terjadi pada proses produksi seperti lebar dan kuat tarik benang plastik tidak sesuai, roda *shuttle* kotor, benang pada *shuttle* habis dan terdapat produk cacat yang lolos inspeksi. Apabila lebar dan kuat tarik benang plastik tidak

sesuai dapat menyebabkan benang putus pada saat proses perajutan sehingga menghasilkan cacat anyaman lubang dan renggang. Banyaknya tugas yang dilakukan operator membuat tingkat kelelahan operator semakin tinggi sehingga membuat operator kurang konsentrasi.

3. Faktor material

Faktor material penyebab produk anyaman berlubang yaitu ketebalan benang plastik yang dihasilkan pada proses perubahan biji plastik menjadi lembaran gulungan benang plastik tidak sesuai karena terlalu tipis yaitu kurang dari 40 micron. Terlalu tipisnya benang plastik membuat benang plastik mudah rusak dan terputus pada saat proses perajutan. Hal ini dikarenakan tekanan udara pada mesin *blower* tidak stabil atau naik turun sehingga berpengaruh pada ketebalan benang plastik yang dihasilkan.

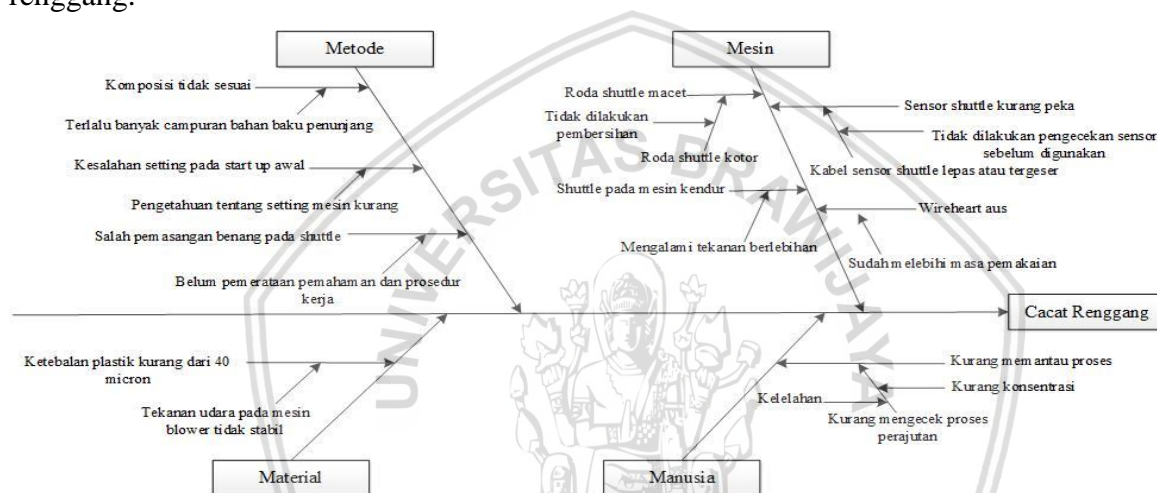
4. Faktor metode

- a. Komposisi dalam mencampurkan bahan baku harus diperhatikan karena dapat berpengaruh pada benang plastik yang dihasilkan. Tidak sesuainya komposisi dalam mencampurkan bahan baku untuk membuat benang plastik yang seharusnya 80% bahan baku utama yaitu biji plastik murni dan 20% bahan baku penunjang yaitu kalsium. Terlalu banyaknya campuran bahan baku kalsium yang digunakan disebabkan karena kelalaian operator dalam memasukkan jumlah komposisi bahan baku yang seharusnya digunakan sehingga benang plastik yang dihasilkan getas atau mudah putus.
- b. Kesalahan dalam melakukan *setting* pada *start up* dikarenakan kurangnya pengetahuan operator terhadap mesin *circular loom* untuk proses perajutan. Kurangnya pengetahuan dalam penyettingan mesin *circular loom* dapat mempengaruhi jarak kerapatan antar benang dan dapat menghambat proses perajutan karena operator tidak dapat mengoperasikan mesin *circular loom* dengan baik. Kurangnya pengalaman dapat membuat operator kurang percaya diri dalam mengoperasikan mesin *circular loom* dan dapat menghasilkan cacat lubang pada anyaman karung plastik.
- c. Selain itu faktor metode sebagai penyebab yang menimbulkan anyaman berlubang yaitu kurang tepatnya pemasangan benang pada *shuttle*. Cara pemasangan salah menyebabkan benang pada *shuttle* posisinya tidak tepat. Hal ini menyebabkan benang menjadi tidak stabil dan mudah bergeser sehingga dapat memungkinkan terjadinya benang putus pada saat proses perajutan berlangsung. Pemahaman yang

dimiliki operator terkait dengan prosedur dalam pemasangan benang pada *shuttle* juga belum merata.

4.4.2.2 Diagram Sebab Akibat Cacat Renggang

Jenis cacat renggang merupakan jenis cacat dimana hasil anyaman pada karung plastik terdapat celah dan tidak rapat sehingga karung plastik tersebut tidak dapat digunakan dan diteruskan untuk proses selanjutnya. Karena karung plastik tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh perusahaan yaitu anyaman rapat arah *shuttle* dan *creel* sehingga tidak dapat dijual ke konsumen. Dapat dilihat pada gambar 4.21 akar penyebab dari cacat renggang.



Gambar 4.25 Diagram sebab akibat cacat renggang

Gambar 4.25 merupakan diagram sebab akibat dari jenis cacat renggang. Berdasarkan diagram sebab akibat pada gambar 4.25, dapat diketahui jenis cacat renggang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor manusia, mesin, metode dan material. Keempat faktor ini menjadi faktor dominan dan masing-masing dari faktor tersebut memiliki akar penyebab. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing faktor penyebab munculnya jenis cacat renggang.

1. Faktor mesin

- a. Dalam melakukan proses perajutan karung plastik terdapat suatu bagian pada mesin *circular loom* yaitu *wireheart*. *Wireheart* digunakan untuk menghantarkan benang plastik menjadi bentuk rajutan. Apabila *wireheart* pada mesin *circular loom* sudah mengalami aus atau rusak, maka proses perajutan pun terhambat dan menghasilkan cacat renggang pada anyaman karung plastik. *Wireheart* aus atau rusak dikarenakan sudah melebihi masa pemakaian. Dimana pergantian *wireheart* biasanya dilakukan setiap 1 tahun. Pihak perusahaan melakukan pergantian *wireheart* ketika sudah

mengalami kerusakan sehingga proses perajutan karung plastik menjadi terhambat dan kurang optimal. Gambar 4.26 merupakan gambar dari *wireheart*.



Gambar 4.26 Wireheart pada mesin *circular loom*

- b. Terdapat roda *shuttle* pada mesin *circular loom*. Roda *shuttle* digunakan untuk melakukan pergerakan *shuttle* pada proses perajutan. Apabila roda *shuttle* macet dapat menghambat proses perajutan dan menghasilkan cacat renggang pada anyaman karung plastik. Roda *shuttle* macet dikarenakan roda *shuttle* kotor. Pembersihan roda *shuttle* sangat penting dan perlu dilakukan karena sisa-sisa kotoran benang plastik dapat menghambat jalannya proses perajutan. Tidak dilakukan pembersihan pada roda *shuttle* karena belum ada aturan untuk pembersihan roda *shuttle* secara berkala sehingga membuat operator lalai untuk membersihkannya. Gambar 4.27 merupakan roda *shuttle* pada mesin *circular loom*.



Gambar 4.27 Roda *shuttle* pada mesin *circular loom*

- c. *Shuttle* pada mesin *circular loom* kendur. *Shuttle* dapat kendur karena terlalu sering mengalami tekanan yang berlebihan dari roda *shuttle*. Hal ini dapat dikarenakan kecepatan mesin *circular loom* yang terlalu tinggi. Kecepatan mesin yang tinggi disebabkan *setting* pada mesin *circular loom* tidak sesuai. Dimana *setting* kecepatan mesin *circular loom* seharusnya 900 – 1100 rpm. Apabila lebih dari 1100 rpm dapat

menyebabkan tekanan dari roda *shuttle* berlebihan dan menyebabkan *shuttle* menjadi kendur. Gambar 4.28 merupakan *shuttle* pada mesin *circular loom*.



Gambar 4.28 Shuttle pada mesin *circular loom*

- e. Sensor *shuttle* kurang peka dikarenakan kabel yang terdapat pada sensor tergeser atau lepas. Sehingga ketika benang yang terdapat pada *shuttle* habis tidak dapat terdeteksi. Apabila benang pada *shuttle* habis, operator perlu melakukan pergantian benang. Dengan tidak terdeteksinya benang pada *shuttle* dapat menghambat proses perajutan karung plastik dan menghasilkan anyaman produk karung plastik menjadi renggang. Perlu dilakukan pengecekan sensor *shuttle* sebelum mesin *circular loom* digunakan. Gambar 4.29 merupakan sensor *shuttle* pada mesin *circular loom*.



Gambar 4.29 Sensor *shuttle* pada mesin *circular loom*

2. Faktor manusia

Faktor manusia penyebab produk anyaman lubang yaitu kurangnya operator dalam memantau proses produksi. Sehingga dapat menyebabkan operator kurang mengetahui kendala kendala apa saja yang terjadi pada proses produksi seperti lebar dan kuat tarik benang plastik tidak sesuai, roda *shuttle* kotor, benang pada *shuttle* habis dan terdapat produk cacat yang lolos inspeksi. Apabila lebar dan kuat tarik benang plastik tidak sesuai dapat menyebabkan benang putus pada saat proses perajutan sehingga menghasilkan cacat anyaman lubang dan renggang. Banyaknya tugas yang dilakukan

operator membuat tingkat kelelahan operator semakin tinggi sehingga membuat operator kurang konsentrasi.

3. Faktor material

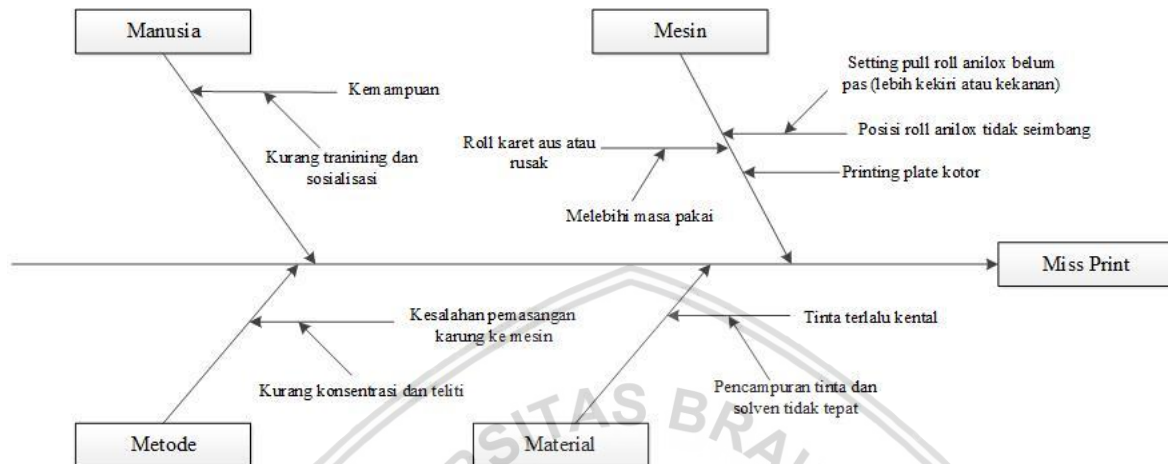
Faktor material penyebab produk anyaman berlubang yaitu ketebalan benang plastik yang dihasilkan pada proses perubahan biji plastik menjadi lembaran gulungan benang plastik tidak sesuai karena terlalu tipis yaitu kurang dari 40 micron. Terlalu tipisnya benang plastik membuat benang plastik mudah rusak dan terputus pada saat proses perajutan dan menghasilkan anyaman renggang. Hal ini dikarenakan tekanan udara pada mesin *blower* tidak stabil atau naik turun sehingga berpengaruh pada ketebalan benang plastik yang dihasilkan.

4. Faktor metode

- a. Komposisi dalam mencampurkan bahan baku harus diperhatikan karena dapat berpengaruh pada benang plastik yang dihasilkan. Tidak sesuai komposisi dalam mencampurkan bahan baku untuk membuat benang plastik yang seharusnya bahan baku utama yaitu biji plastik murni 80% dan 20% bahan baku penunjang yaitu kalsium. Terlalu banyaknya campuran bahan baku kalsium yang digunakan disebabkan karena kelalaian operator dalam memasukkan jumlah komposisi bahan baku yang seharusnya digunakan.
- b. Kesalahan dalam melakukan *setting* pada *start up* dikarenakan kurangnya pengetahuan operator terhadap mesin *circular loom* untuk proses perajutan. Kurangnya pengetahuan dalam penyettingan mesin *circular loom* dapat mempengaruhi jarak kerapatan antar benang dan dapat menghambat proses perajutan karena operator tidak dapat mengoperasikan mesin secara baik. Kurangnya pengalaman dapat membuat operator kurang percaya diri dalam mengoperasikan mesin *circular loom* dan dapat menghasilkan cacat lubang pada anyaman karung plastik.
- c. Selain itu faktor metode sebagai penyebab yang menimbulkan anyaman berlubang yaitu kurang tepatnya pemasangan benang pada *shuttle*. Cara pemasangan salah menyebabkan benang pada *shuttle* posisinya tidak tepat. Hal ini menyebabkan benang menjadi tidak stabil dan mudah bergeser sehingga dapat memungkinkan terjadinya benang putus pada saat proses perajutan berlangsung. Pemahaman yang dimiliki operator terkait dengan prosedur dalam pemasangan benang pada *shuttle* juga belum merata.

4.4.2.3 Diagram Sebab Akibat Cacat Miss Print

Jenis cacat miss print merupakan jenis cacat dimana ketidaksesuaian hasil cetakan seperti hasil cetakan kotor, nempel, penempatan logo atau gambar dan warna yang dihasilkan. Hal ini berarti karung plastik tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Dapat dilihat pada gambar 4.30 akar penyebab dari cacat miss print.



Gambar 4.30 Diagram sebab akibat cacat miss print

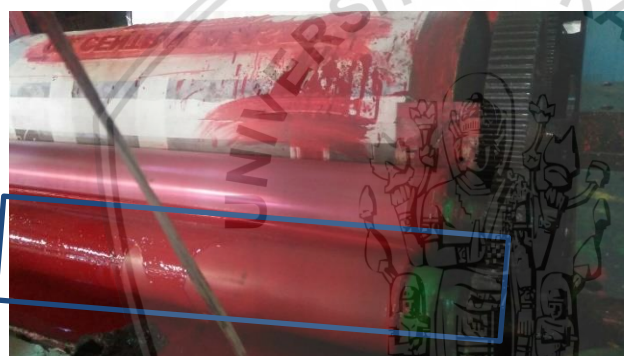
1. Faktor mesin

- a. Dalam melakukan proses *printing* karung plastik terdapat bagian pada mesin *printing* yaitu *plate*. *Plate* diletakan pada *roll cylinder* dimana digunakan untuk membentuk gambar atau logo dan tulisan sesuai dengan permintaan pelanggan. Apabila *plate* pada mesin *printing* kotor dan terdapat sisa-sisa kotoran tinta, maka akan menyebabkan timbulnya cacat miss print seperti hasil print menjadi kotor dan bercak.
- b. *Roll anilox* digunakan untuk menampung tinta dari *roll* karet selanjutnya *roll anilox* berputar membawa tinta menuju *roll cylinder* yang digunakan untuk mencetak gambar dan tulisan. Posisi *roll anilox* tidak seimbang, hal ini dikarenakan *setting pull roll anilox* tidak tepat karena lebih ke kiri (*roll* karet) atau lebih ke kanan (*roll cylinder*). Jarak antara *roll anilox* ke *roll* karet dan *roll cylinder* yaitu kira-kira 0,5 cm. Apabila posisi *roll anilox* tidak tepat maka dapat mengakibatkan hasil cetakan menjadi tidak tajam warnanya atau terlalu tebal. Gambar 4.31 merupakan *roll anilox*.



Gambar 4.31 Roll anilox pada mesin printing

- c. Roll karet digunakan untuk memindahkan tinta dari dari *ink reservoir* ke *roll anilox*. Apabila *roll* karet aus atau rusak maka peputaran *roll* karet menjadi macet sehingga perpindahan tinta menjadi tidak lancar dan menghambat proses *printing*. Perlu dilakukan pergantian apabila *roll* karet sebelum *roll* karet rusak atau robek. *Roll* karet rusak atau aus mengakibatkan hasil *printing* karung plastik warnanya menjadi tidak merata atau pudar. Gambar 4.32 merupakan *roll* karet dari mesin *printing*.



Gambar 4.32 Roll karet pada mesin printing

2. Faktor material

Pada faktor material yang terdapat penyebab cacat miss print yaitu tinta terlalu kental atau cair. Penyebab tinta terlalu kental karena pencampuran tinta tidak sesuai dengan komposisi yang telah ditetapkan. Dimana dalam pencampuran tinta seharusnya tinta 80% dan solven 20%. Setelah dilakukan proses pencampuran dilakukan uji viskositas untuk mengetahui apakah tinta terlalu kental atau cair. Jika tinta terlalu kental atau cair akan mengakibatkan hasil *printing* warnanya kabur, tidak merata dan terlalu tebal.

3. Faktor manusia

Kurangnya kemampuan operator disebabkan karena kurang dilakukan *training* dan sosialisasi sehingga kemampuan yang dimiliki operator terbatas. Sedangkan untuk menghadapi permasalahan yang akan datang, harus ada perkembangan pengetahuan baru yang harus didapatkan oleh operator untuk mengatasi kemungkinan-kemungkinan yang terjadi terutama operator mesin *printing* hanya terdapat satu operator. Apabila

operator melakukan kesalahan maka tidak adanya fungsi kendali dari operator lain (operator *setting* mesin *printing*) dalam satu tugas yang sama.

4. Faktor metode

Faktor metode penyebab yang menimbulkan cacat miss print yaitu salah pemasangan karung plastik pada mesin *printing* sehingga menyebabkan gambar dan tulisan pada karung plastik tercetak miring atau posisinya tidak center. Hal ini dikarenakan kurang konsentrasi dan telitinya operator dalam melaksanakan tugasnya yang dapat disebabkan operator kelelahan karena banyak melakukan tugas yang lainnya.

4.4.3 Failure Mode And Effect Analysis

Setelah dilakukan pembuatan diagram sebab akibat, maka langkah selanjutnya dilakukan analisis pengaruh potensi kegagalan dengan menggunakan *failure mode and effect analysis* (FMEA). *Failure mode and effect analysis* (FMEA) adalah suatu prosedur teststruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah kegagalan yang terjadi. Tujuan pembuatan FMEA yaitu untuk melakukan analisis kegagalan potensial, mengevaluasi kegagalan yang terjadi serta mengetahui kegagalan yang memberikan dampak terbesar dari permasalahan produk cacat pada produk karung plastik di PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. Dalam pengisian nilai pada tabel FMEA berdasarkan proses diskusi dari pihak perusahaan khususnya pada bagian pihak produksi karung plastik yaitu kepala departemen produksi karung plastik PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. yang sangat paham dan mengerti kondisi permasalahan yang terjadi.

Setiap kegagalan diberikan nilai dimana ditinjau dari tiga faktor yaitu *severity* (S), *occurrence* (O) dan *detection* (D) berdasarkan Tabel 2.3 sampai Tabel 2.5. Kemudian dilakukan perhitungan nilai *risk priority number* (RPN) dengan melakukan perkalian ketiga faktor tersebut. Nilai RPN tertinggi akan dijadikan prioritas untuk tahap selanjutnya. Pembuatan tabel FMEA dilakukan untuk masing-masing jenis cacat pada karung plastik yaitu cacat anyaman berlubang, cacat anyaman renggang dan cacat miss print. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing penentuan dari nilai *severity* (S), *occurrence* (O) dan *detection* (D).

1. Severity

Severity merupakan tingkat keseriusan dampak dari segala macam kegagalan. Penilaian *severity* menggunakan skala 1 sampai 10 sesuai pada Tabel 2.3. Nilai 1 digunakan untuk kegagalan yang tidak menimbulkan dampak serius dan nilai 10 untuk kegagalan yang menimbulkan dampak serius. Penilaian *severity* dilakukan berdasarkan pengamatan dan

diskusi dari pihak perusahaan. Berikut merupakan contoh penjelasan dalam penilaian *severity*.

- a. Roda *shuttle* pada mesin *circular loom* macet memiliki nilai *severity* 2 dibuktikan dengan pengamatan dan diskusi dengan pihak perusahaan. Diberikan nilai *severity* 2 karena memiliki dampak yang sangat kecil pada proses, operasi atau operator yaitu mengganggu proses perajutan karena pergerakan *shuttle* menjadi terhambat yang disebabkan karena terdapat sisa-sisa kotoran benang plastik dan diperlukan pembersihan roda *shuttle*.
- b. Sensor *shuttle* kurang peka memiliki nilai *severity* 7 atau gangguan bersifat signifikan dengan dampak yang ditimbulkan yaitu tidak dapat terdeteksinya benang plastik pada *shuttle* ketika habis sehingga menghasilkan produk dengan anyaman berlubang dan anyaman renggang dimana produk tidak dapat digunakan kembali karena tidak dapat dilakukan *rework*.
- c. Kesalahan operator dalam melakukan *setting* memiliki 8 dengan ditunjukkan ada dampak yang ditimbulkan yaitu dapat menghambat proses perajutan sehingga menghasilkan produk dengan anyaman tidak rapat dan rapi dimana keseluruhan komponen tidak dapat digunakan dan tidak dilakukan *rework* karena anyaman produk sudah renggang dan berlubang.

2. *Occurance*

Occurance merupakan seberapa banyak frekuensi penyebab kegagalan dapat terjadi atau probabilitas dapat terjadi dan menghasilkan produk cacat. Penilaian *occurrence* menggunakan skala 1 sampai 10 sesuai pada Tabel 2.4. Nilai *occurrence* diperoleh berdasarkan hasil diskusi perusahaan, pengamatan dan perhitungan. Berikut merupakan contoh penjelasan dalam penilaian *occurrence*.

- a. Roda *shuttle* pada mesin *circular loom* macet disebabkan terdapat sisa-sisa kotoran benang plastik yang menempel pada roda *shuttle* dan kurangnya dilakukan pembersihan setelah proses perajutan. Roda *shuttle* macet dapat mengganggu proses perajutan karena dapat menghambat pergerakan *shuttle* sehingga dapat menghasilkan produk cacat anyaman berlubang dan cacat anyaman renggang. Perlu dilakukan perawatan dengan membersihkan roda *shuttle* sebelum dan setelah proses perajutan. Nilai *occurrence* yang dimiliki adalah 3 dari perhitungan data produk cacat dikalikan 1.000 dan dibagi rata-rata jumlah produksi dalam perhitungan

$\frac{325 \times 1000}{332545} = 0,977$, artinya memiliki tingkat kegagalan 0,977 dari 1000 item atau produk.

- b. Sensor *shuttle* pada mesin *circular loom* tidak peka disebabkan terdapat kabel sensor yang putus dan tergeser. Sensor *shuttle* kurang peka dapat menyebabkan tidak terdeteksinya benang plastik pada *shuttle* ketika habis dan menghasilkan anyaman berlubang dan anyaman renggang. Perlu dilakukan pengecekan sebelum dan sesudah digunakan pada proses perajutan. Nilai *occurrence* yang dimiliki adalah 5 dari perhitungan data produk cacat dikalikan 1.000 dan dibagi rata-rata jumlah produksi dalam perhitungan $\frac{1326 \times 1000}{332545} = 3,987$ artinya memiliki tingkat kegagalan 3,987 dari 1000 item atau produk.
- c. Kesalahan operator dalam melakukan *setting* dikarenakan operator kurang berpengalaman dan kurangnya pengetahuan operator dalam *setting* mesin. Kesalahan *setting* dapat menghambat proses perajutan dan dapat menghasilkan produk cacat anyaman berlubang dan anyaman renggang. Perlu dilakukan *setting* ulang agar tidak menghasilkan produk cacat. Nilai *occurrence* yang dimiliki adalah 4 dari perhitungan data produk cacat dikalikan 1.000 dan dibagi rata-rata jumlah produksi dalam perhitungan $\frac{593 \times 1000}{332545} = 1,783$ artinya memiliki tingkat kegagalan 1,783 dari 1000 item atau produk.

3. *Detection*

Detection merupakan kontrol terhadap proses yang dapat mendeteksi penyebab dari kegagalan yang terjadi. Penilaian *detection* menggunakan skala 1 sampai 10 sesuai pada Tabel 2.5. Nilai 1 digunakan untuk penyebab yang mudah untuk di deteksi dan dikendalikan sedangkan nilai 10 untuk penyebab yang sulit untuk di deteksi dan dikendalikan. Berikut merupakan contoh penjelasan dalam penilaian *detection*.

- a. Roda *shuttle* pada mesin *circular loom* memiliki nilai *detection* 7 atau kontrol yang dilakukan masih sangat rendah dengan melakukan pemeriksaan ganda secara visual yaitu memberikan perawatan dengan melakukan pemeriksaan terhadap kondisi roda *shuttle* dengan cara dibersihkan sebelum dan setelah melakukan proses perajutan.
- b. Sensor *shuttle* pada mesin *circular loom* kurang peka memiliki nilai *detection* 7 atau kontrol yang dilakukan masih sangat rendah dengan melakukan pemeriksaan ganda secara visual yaitu dilakukan pengecekan terhadap kondisi sensor sebelum dan sesudah digunakan pada proses perajutan. Selain itu mengganti kabel sensor jika kondisinya rusak tidak dilakukan secara rutin.

- c. Kesalahan operator dalam melakukan *setting* memiliki nilai *detection* 4 atau kontrol yang dilakukan sudah cukup tinggi. Kontrol yang sudah dilakukan pihak perusahaan yaitu melakukan *setting* ulang kembali karena ada deteksi dari parameter yang ada dimesin dan melakukan *testing* awal sebelum proses dijalankan.

Tabel FMEA untuk cacat anyaman berlubang dapat dilihat pada Tabel 4.7, FMEA untuk cacat anyaman renggang pada Tabel 4.8 dan FMEA untuk cacat miss print pada Tabel 4.9.











Berdasarkan Tabel 4.9 sampai dengan Tabel 4.11 FMEA untuk masing-masing jenis cacat dapat diketahui nilai RPN. Langkah selanjutnya yaitu memilih nilai RPN yang tertinggi dari masing-masing jenis cacat yaitu anyaman berlubang, anyaman renggang dan miss print. Apabila nilai RPN semakin tinggi maka semakin tinggi pula kegagalan yang terjadi. Oleh karena itu, nilai RPN tertinggi akan dijadikan prioritas untuk dilakukan penanganan lebih lanjut. Berikut merupakan Tabel 4.12 yang menjelaskan rangkuman rekapan pemilihan nilai RPN tertinggi untuk setiap jenis cacat.

Tabel 4.12
Nilai RPN untuk Setiap Jenis Cacat

Jenis Cacat	Jenis Kegagalan	Nilai RPN
Anyaman Berlubang	Kurang memantau proses produksi	252
	Sensor pada <i>shuttle</i> kurang peka	245
	Operator melakukan kesalahan <i>setting</i>	192
Anyaman Renggang	Kurang memantau proses produksi	252
	Sensor pada <i>shuttle</i> kurang peka	245
	Operator melakukan kesalahan <i>setting</i>	192
Miss Print	Kesalahan pemasangan karung plastik dalam mesin	196
	Posisi <i>roll anilox</i>	168

Dari hasil nilai RPN pada Tabel 4.12 menunjukkan bahwa ada tiga jenis kegagalan untuk anyaman berlubang dan renggang dan dua jenis kegagalan untuk miss print. Untuk jenis cacat anyaman berlubang dan anyaman renggang memiliki kegagalan potensial yang disebabkan oleh kurang memantau proses perajutan, sensor pada *shuttle* kurang peka dan operator melakukan kesalahan *setting*. Sedangkan untuk jenis cacat miss print memiliki kegagalan potensial yang disebabkan dari kesalahan pemasangan karung dalam mesin *printing* dan posisi *roll anilox* tidak tepat. Dimana dari setiap nilai RPN yang didapatkan akan diberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk karung plastik pada fase *improve*.

4.5 Tahap *Improve*

Tahap *improve* merupakan tahap terakhir pada metode *six sigma* dengan siklus DMAI. Pada tahap ini peneliti akan memberikan usulan rekomendasi perbaikan terhadap prioritas masalah yang menyebabkan terjadinya cacat anyaman berlubang, anyamang renggang dan miss print. Rekomendasi perbaikan yang diberikan berdasarkan dari hasil perhitungan nilai RPN tertinggi yang didapatkan dari hasil tabel FMEA pada tahap *analyze*. Berikut merupakan rekomendasi yang dapat digunakan untuk ketiga jenis cacat.

1. Pembuatan *checklist*

operator agar tidak lupa dalam melakukan hal-hal yang harus dilakukan dalam melakukan *setting* mesin. Dimana dalam pembuatan *checklist* dengan pihak *quality control* dan *supervisor* masing-masing menggunakan *checklist* yaitu agar operator tidak melakukan kesalahan dalam proses produksi dan dilakukan penyelesaian masalah. Berikut ini adalah *checklist* yang diberikan untuk operator.

<u>CHECKLIST SETTING MESIN CIRCULAR LOOM</u>		
Perajutan :	Tanggal/Bulan :	
Shift :	Shift :	
Prosedur Kerja	Kondisi	
	Sesuai	Tidak Sesuai
Menghidupkan mesin (start)		
Memastikan mesin sudah dalam kondisi nyala		
Mengatur putaran manual (inch)		
Mengatur kecepatan = 1000 rpm		
Pengecekan dan memasang benang pada		

$$(\quad)$$

Gambar 4.33 Checklist setting mesin circular loom

CHECKLIST SETTING MESIN PRINTINGProses : *Printing*

Tanggal/Bulan :

Operator :

Shift : 1 / 2 / 3

No	Prosedur Kerja	Kondisi		Keterangan
		Sesuai	Tidak Sesuai	
1	Menghidupkan mesin (on)			
2	Memastikan mesin sudah dalam kondisi nyala			
3	Mengatur kecepatan = 40pcs/min			
4	Mengatur posisi roll anilox			
5	Mengatur posisi roll cylinder			
6	Pengecekan dan memasang plate pada roll cylinder			
7	Pengecekan warna tinta			
8	Mengatur dan memastikan sensor telah menyala			
9	Memastikan hasil karung plastik yang dihasilkan telah sesuai			

Keterangan : √ : Sesuai

× : Tidak Sesuai

Mengetahui,
Penanggung Jawab Shift

()

Gambar 4.34 Checklist setting mesin printing

Checklist digunakan pada proses perajutan dan proses *printing* untuk koreksi dari mesin *circular loom* dan mesin *printing*. Jumlah mesin *circular loom* sebanyak 20 unit dan mesin *printing* sebanyak 5 unit sehingga jumlah *checklist* yang dibutuhkan sebanyak 25 lembar/*shift*. Dimana terdapat 3 *shift* dalam 1 hari dan hari kerja efektif 6 hari dalam seminggu. Harga untuk pembuatan *checklist* yaitu Rp 200,00/lembar. Sehingga dapat di estimasikan biaya pembuatan *checklist* perbulan yaitu Rp 200,00/lembar x 1800 = Rp 360.000,00. Oleh karena itu, dengan pembuatan dan menerapkan *checklist* diharapkan operator tidak melakukan kesalahan dalam menjalankan proses produksi serta dapat mengurangi jumlah produk cacat yang terjadi.

2. Rekomendasi kurang memantau proses produksi

Sebelum melakukan proses perajutan, diperlukan pengecekan benang plastik seperti lebar dan kuat tarik benang plastik. Terdapat operator sortir untuk memilah benang plastik yang tidak sesuai spesifikasi atau rusak agar tidak digunakan pada proses perajutan. Apabila lebar dan kuat tarik benang plastik tidak sesuai spesifikasi, maka benang plastik mudah terputus pada saat proses perajutan berlangsung. Benang plastik rusak atau tidak sesuai spesifikasi yang berhasil disortir akan diolah kembali menuju mesin *extruder* untuk dijadikan lembaran kembali. Jika benang plastik rusak atau tidak sesuai spesifikasi digunakan pada proses perajutan, dipastikan hasil anyaman tersebut akan menjadi produk cacat anyaman berlubang dan anyaman renggang. Sehingga diperlukan ketelitian yang lebih dari operator sortir. Saat ini masih banyak produk cacat pada proses perajutan sehingga dapat diindikasikan bahwa operator sortir lalai dalam menyortir benang plastik yang tidak sesuai spesifikasi atau rusak. Penyebab dari kelalaian operator karena banyaknya tugas dan diduga beban kerja berlebih pada operator membuat tingkat kelelahan operator semakin tinggi sehingga membuat operator kurang konsentrasi. Oleh karena itu akan dilakukan penambahan operator. Sebelum dilakukan penambahan operator, diperlukan menganalisis beban kerja yang terima oleh operator sortir. Dimana metode dalam analisis beban kerja terdapat pengukuran langsung dan tidak langsung. Pada penelitian ini digunakan pengukuran langsung dengan menggunakan *stopwatch* untuk memperoleh waktu standar atau waktu baku dari setiap Elemen pekerjaan operator sortir. Berikut ini dilakukan perhitungan waktu standar hingga beban kerja pada operator sortir.

a. Elemen kerja

Langkah pertama yang dilakukan yaitu penentuan Elemen kerja dari operator sortir. Elemen kerja operator sortir didapatkan berdasarkan dari wawancara terhadap operator sortir. Banyaknya tugas yang dilakukan operator membuat operator kurang konsentrasi dan kelelahan sehingga kurang memantau proses perajutan. Berikut Tabel 4.11 dijelaskan mengenai Elemen kerja dari operator sortir.

Tabel 4.11
Elemen Kerja Operator Sortir

Workstation	Jumlah Operator	No	Elemen Kerja
Perajutan	1	1	Melakukan pengecekan benang plastik
		2	Pengecekan dan pengaturan mesin
		3	Melakukan pembersihan sisa-sisa benang plastik
		4	Menginspeksi produk cacat
		5	Mencatat jumlah produk cacat

b. Waktu pengamatan

Pada penelitian ini, pengamatan menggunakan *stopwatch time study* pada operator sortir. Data waktu pengamatan akan digunakan dalam penentuan jumlah operator sesuai dengan perhitungan beban kerja operator sortir. Pengamatan dilakukan selama jam kerja dan alat yang digunakan untuk mengukur yaitu *stopwatch*. Berikut merupakan Tabel 4.12 data waktu pengamatan operator sortir.

Tabel 4.12
Data Waktu Pengamatan Elemen Kerja

Data ke-	Waktu Pengamatan (menit)				
	Elemen Kerja				
	1	2	3	4	5
1	3,71	1,33	2,77	5,78	0,48
2	3,25	1,45	2,45	5,65	0,45
3	3,27	1,64	2,35	6,18	0,43
4	3,45	1,78	2,53	7,11	0,54
5	3,82	1,68	2,83	7,04	0,43
6	4,11	1,47	2,18	6,33	0,53
7	3,78	1,68	2,44	5,95	0,51
8	3,59	1,51	2,65	5,69	0,48
9	3,42	1,67	2,89	5,19	0,56
10	3,98	1,56	2,53	5,47	0,39
11	3,25	1,45	2,78	5,13	0,49
12	3,57	1,61	2,89	7,13	0,44
13	3,82	1,28	3,08	6,41	0,48
14	3,59	1,54	2,31	5,93	0,41
15	3,42	1,67	2,45	6,94	0,37
16	3,41	1,83	2,63	5,51	0,40
17	3,76	1,98	2,92	5,39	0,48
18	3,41	1,46	2,28	5,76	0,49
19	3,64	1,95	2,42	5,48	0,50
20	3,55	1,41	3,57	6,31	0,49

Dapat dilihat pada Tabel 4.12 bahwa operator lebih lama dalam menginspeksi produk. Dari rangkaian keseluruhan elemen operator mulai dari pengecekan benang sampai dengan pencacatan produk cacat merupakan satu rangkaian siklus pergantian adonan. Siklus pergantian adonan merupakan dalam beberapa satuan waktu adonan tersebut diganti dengan adonan yang baru. Rata-rata waktu pergantian adonan yaitu dari awal pengecekan benang sampai pencacatan produk cacat sebesar 14,32 menit.

c. Pengolahan data

Pengolahan data Elemen menggunakan metode *stopwatch time study*. Pada tahap ini dilakukan uji kecukupan data, uji keseragaman, menentukan *performance rating*, menentukan *allowance* dan melakukan perhitungan waktu standar. Setelah

itu melakukan perhitungan beban kerja operator untuk mengetahui beban kerja yang didapatkan operator sehingga dapat menentukan jumlah operator yang sesuai.

1) Uji kecukupan data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui jumlah data yang dibutuhkan telah cukup atau belum. Pada penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 5% yang artinya data yang diambil dapat dipercaya sebesar 95% dan tidak menyimpang lebih dari 5%. Berikut merupakan contoh perhitungan uji kecukupan data pada elemen kerja 1.

Tingkat kepercayaan 95%, $k = 2$ dan tingkat ketelitian, $s = 0,05$

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{(\sum X_i)} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{20(258,85) - 5155,25}}{71,8} \right)^2 = 6,753 \cong 7$$

Berdasarkan perhitungan uji kecukupan data pada elemen kerja 1, bahwa jumlah data yang dibutuhkan sebanyak 7. Data yang sudah diambil pada pengamatan sebanyak 20, maka dapat dikatakan data pada elemen kerja 1 sudah cukup. Berikut merupakan Tabel 4.13 hasil rekap dari uji kecukupan data untuk keseluruhan elemen.

Tabel 4.13
Hasil Uji Kecukupan Data

Elemen	$\sum X_i^2$	$(\sum X_i)^2$	$\sum X_i$	N	N'	Keterangan
1	258,85	5155,24	71,8	20	7	Cukup
2	51,72	1020,80	1,59	20	22	Tidak Cukup
3	142,24	2803,70	2,64	20	24	Tidak Cukup
4	732,35	14491,34	6,02	20	18	Cukup
5	4,42	87,42	0,47	20	19	Cukup

Dapat dilihat pada Tabel 4.13 bahwa perhitungan uji kecukupan data untuk masing-masing elemen kerja. Terdapat 2 elemen kerja yang datanya belum mencukupi yaitu pada elemen kerja 2 dan 3. Sehingga perlu dilakukan penambahan data untuk mencukupi kecukupan data. Tabel 4.14 hasil uji kecukupan data setelah dilakukan penambahan data Elemen kerja.

Tabel 4.14
Hasil Uji Kecukupan Data Setelah Revisi

Elemen	$\sum X_i^2$	$(\sum X_i)^2$	$\sum X_i$	N	N'	Keterangan
1	258,85	5155,24	71,8	20	7	Cukup
2	56,78	1234,12	35,13	22	19	Cukup

Elemen	$\sum X_i^2$	$(\sum X_i)^2$	$\sum X_i$	N	N'	Keterangan
3	170,75	4047,50	63,62	24	21	Cukup
4	732,35	14491,34	6,02	20	18	Cukup
5	4,42	87,42	0,47	20	19	Cukup

Setelah dilakukan penambahan data dapat dilihat pada Tabel 4.14 bahwa data pengamatan pada elemen kerja 2 dan 3 sudah cukup. Maka selanjutnya akan dilakukan uji keseragaman data.

2) Uji keseragaman data

Uji keseragaman data merupakan uji untuk mengetahui bahwa data yang diambil berada pada batas atas dan batas bawah atau dalam *range* yang sama. Berikut contoh perhitungan keseragaman data pada Elemen kerja 1.

a) Melakukan perhitungan rata-rata waktu elemen kerja 1

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$$

$$\bar{x} = \frac{3,71+3,25+3,27+...+3,55}{20} = 3,59 \text{ menit}$$

b) Melakukan perhitungan standar deviasi waktu elemen kerja 1

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (3,71-3,59)^2 + (3,25-3,59)^2 + (3,27-3,59)^2 + ... + (3,55-3,59)^2}{20-1}} = 0,24$$

c) Menentukan batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB)

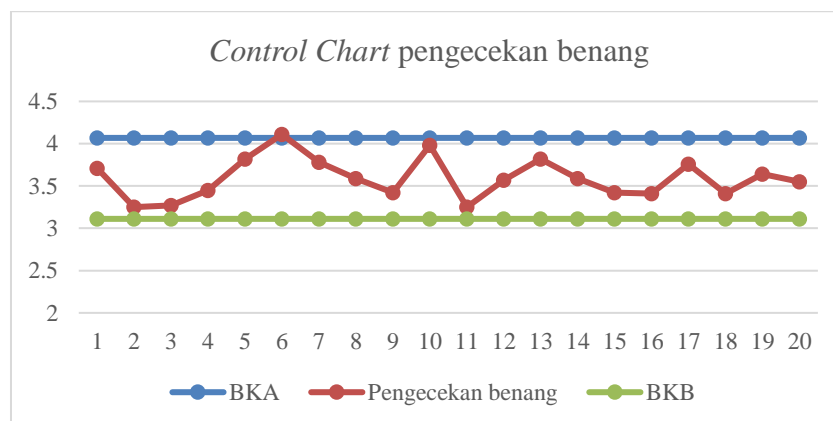
$$BKA = \bar{x} + (2 \cdot \sigma)$$

$$BKA = 3,59 + (2 \times 0,24) = 4,07$$

$$BKB = \bar{x} - (2 \cdot \sigma)$$

$$BKB = 3,59 - (2 \times 0,24) = 3,11$$

d) Membuat peta kontrol data waktu pengamatan elemen kerja 1 digambarkan pada Gambar 4.35.



Gambar 4.35 Peta kontrol pengecekan benang

Dapat dilihat pada Gambar 4.24 bahwa terdapat data melebihi batas kendali. Data yang melebihi batas kendali atas (BKA) yaitu pada pengamatan ke-6 yaitu sebesar 4,11 menit sehingga perlu dilakukan revisi agar data menjadi seragam. Tabel 4.15 hasil uji keseragaman data pada masing-masing elemen kerja.

Tabel 4.15
Hasil Uji Keseragaman Data

Elemen Kerja	Rata-rata	Standar Deviasi	BKA	BKB	Jumlah outlier	Keterangan
1	3,59	0,24	4,07	3,11	1	Tidak Seragam
2	1,59	0,19	1,98	1,21	-	Seragam
3	2,65	0,33	3,30	1,99	1	Tidak Seragam
4	6,02	0,64	7,29	4,73	-	Seragam
5	0,47	0,05	0,57	0,36	-	Seragam

Berdasarkan Tabel 4.15 dapat dilihat bahwa masih terdapat data yang tidak seragam artinya masih terdapat data ekstrim sehingga data keluar dari batas kendali. Cara mengatasi data *outlier* yaitu dengan menghilangkan data *outlier* tersebut. Kemudian dihitung kembali rata-rata, standar deviasi, BKA, BKB dan membuat peta kontrol. Apabila data berada pada batas kendali maka data telah seragam. Sehingga dilakukan perhitungan keseragaman data kembali setelah menghilangkan data *outlier* dari elemen kerja 1 dan 3. Tabel 4.16 hasil uji keseragaman data setelah dilakukan revisi.

Tabel 4.16
Hasil Uji Keseragaman Data Setelah Revisi

Elemen Kerja	Rata-rata	Standar Deviasi	BKA	BKB	Jumlah outlier	Keterangan
1	3,56	0,21	3,98	3,14	-	Seragam
2	1,59	0,19	1,98	1,21	-	Seragam
3	2,59	0,25	3,11	2,09	-	Seragam
4	6,02	0,64	7,29	4,73	-	Seragam
5	0,47	0,05	0,57	0,36	-	Seragam

Setelah dilakukan revisi maka dapat dilihat pada Tabel 4.16 bahwa semua data waktu pengamatan elemen kerja sudah seragam dan dapat dilakukan langkah selanjutnya.

3) Penentuan *performance rating*

Performance rating digunakan untuk menormalkan waktu kerja berdasarkan hasil pengamatan yang diakibatkan oleh kinerja operator yang tidak sesuai. *Performance rating* pada penelitian ini didapatkan dari tabel *Westinghouse*

System dengan mempertimbangkan 4 faktor seperti *skill*, *effort*, *condition* dan *consistency*. Nilai *performance rating* didapatkan berdasarkan hasil diskusi dengan pihak *quality control* dan *supervisor* yang memahami kinerja operator. Dari hasil pengamatan dan diskusi didapatkan *performance rating* sebagai berikut.

Skill = C1 (+0,06) *Effort* = D (0,00)

Condition = E (-0,03) *Consistency* = D (0,00)

Dari hasil identifikasi didapatkan nilai *rating factor* yaitu sebesar +0,03. Nilai *skill* memiliki nilai sebesar +0,06 berarti operator telah bekerja selama 3 bulan atau lebih dan memiliki kemampuan sesuai dalam menyelesaikan pekerjaan. Nilai *effort* memperoleh nilai sebesar berarti usaha operator dalam mengerjakan pekerjaannya sesuai dengan prosedur sehingga pekerjaannya stabil. Nilai *condition* memperoleh nilai sebesar -0,03 berarti dalam mengerjakan pekerjaan dibagian perakitan keadaan lingkungan kerja operator dalam kondisi udara yang cukup panas dan pengap karena ventilasi udara kurang dan terdapat bising yang cukup tinggi karena bunyi mesin *circular loom*. Sedangkan nilai *consistency* memperoleh nilai 0 berarti operator sudah menunjukan pencatatan waktu bekerja yang hampir sama setiap replikasinya sehingga dapat dikatakan konsisten dalam bekerja. Berdasarkan hasil pengamatan maka didapatkan hasil *performance rating* sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Performance rating} &= 1 + \text{rating factor (skill, effort, condition, consistency)} \\ &= 1 + 0,03 = 1,03 \end{aligned}$$

4) Melakukan perhitungan waktu normal

Setelah itu dilakukan perhitungan waktu normal dari setiap elemen kerja. Waktu normal didapatkan dari hasil perkalian nilai rata-rata waktu pengamatan dengan *performance rating*. Berikut contoh perhitungan waktu normal untuk elemen kerja 1.

$$\begin{aligned} \text{Waktu normal} &= \text{Rata-rata waktu pengamatan} \times \text{Performance rating} \\ &= 3,59 \times 1,03 = 3,69 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.17 hasil perhitungan waktu normal dari masing-masing elemen kerja.

Tabel 4.17

Hasil Perhitungan Waktu Normal

Elemen Kerja	Rata-rata Waktu Pengamatan (menit)	Performance Rating	Waktu normal (menit)	Total Waktu Normal (menit)
1	3,56	1,03	3,69	14,68
2	1,59	1,03	1,64	

Elemen Kerja	Rata-rata Waktu Pengamatan (menit)	Performance Rating	Waktu normal (menit)	Total Waktu Normal (menit)
3	2,59	1,03	2,67	
4	6,02	1,03	6,20	
5	0,47	1,03	0,48	

Berdasarkan hasil perhitungan waktu normal yang dapat dilihat pada Tabel 4.17 didapatkan total waktu normal untuk operator sortir sebesar 14,68 menit. Maka dapat dilakukan langkah selanjutnya.

5) Penentuan *Allowance*

Penentuan *allowance* merupakan sebagai kelonggaran waktu bagi operator untuk melakukan aktivitas pribadinya, kelelahan dan kebutuhan lainnya diluar kontrol operator. Nilai *allowance* yang ditetapkan perusahaan sebesar 20%. Dimana meliputi kelonggaran pribadi dan tingkat kelelahan karena operator bekerja dalam keadaan berdiri. Kondisi udara dibagian perajutan yaitu kurang lebih 30°C karena dekat dengan mesin *circular loom* dan mesin *extruder*. Tingkat kebisingan termasuk terputus-putus keras yang berasal dari bunyi mesin *circular loom* dan mesin *extruder*. Nilai *allowance* tersebut cukup besar dan layak diterima oleh operator

6) Melakukan perhitungan waktu standar

Waktu standar atau waktu baku yaitu waktu yang dibutuhkan operator untuk menyelesaikan pekerjaannya. Berikut merupakan contoh perhitungan waktu standar dari elemen kerja 1.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu baku} &= W_n \times \frac{100\%}{100\% - \%allowance} \\
 &= 3,69 \times \frac{100\%}{100\% - 20\%} = 4,61 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Berikut hasil rekapitan perhitungan waktu standar untuk masing-masing elemen kerja pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18

Hasil Perhitungan Waktu Standar

Elemen Kerja	Waktu Normal (menit)	Allowance	Waktu Standar (menit)	Total Waktu Standar (menit)
1	3,69	20%	4,61	18,35
2	1,64	20%	2,05	
3	2,67	20%	3,34	
4	6,20	20%	7,75	
5	0,48	20%	0,60	

Berdasarkan Tabel 4.18 didapatkan total waktu standar operator sortir dalam menyelesaikan pekerjaannya sebesar 18,35 menit. Total waktu standar akan digunakan untuk melakukan perhitungan beban kerja operator.

7) Melakukan perhitungan beban kerja

Analisis beban kerja digunakan untuk mengetahui seberapa besar beban kerja yang ditanggung oleh operator sortir dan nantinya dapat menentukan berapa jumlah operator yang dibutuhkan. Pada penelitian ini, perhitungan beban kerja didapatkan dari hasil perkalian waktu standar dengan siklus pergantian benang dibagi dengan waktu yang tersedia yaitu waktu operator sortir bekerja selama *shift*-nya berlangsung. Sebelum melakukan perhitungan beban kerja, maka dilakukan perhitungan jumlah siklus untuk setiap *shift*. Pada penjelasan sebelumnya bahwa rata-rata siklus pergantian adonan sebesar 14.32 menit, waktu setiap *shift* 8 jam dan waktu istirahat 1 jam. Berikut perhitungan jumlah siklus pergantian adonan.

$$\text{Jumlah siklus adonan} = \frac{60 \text{ menit}}{\text{Rata-rata waktu siklus adonan}} \times \text{Jumlah waktu produktif}$$

$$\text{Jumlah siklus adonan} = \frac{60 \text{ menit}}{14,32 \text{ menit}} \times 7 \text{ jam} = 29 \text{ kali siklus/shift}$$

Setelah didapatkan jumlah siklus dan waktu standar, maka dilakukan perhitungan beban kerja atau *workload analysis* untuk operator sortir. Pada saat ini operator sortir operator sortir hanya terdapat 1 operator.

$$\begin{aligned} \text{Waktu efektif} &= 60 \text{ menit} \times 7 \text{ jam} \\ &= 420 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban kerja} &= \frac{\text{Jumlah Siklus Adonan}}{\text{Waktu Kerja Efektif}} \times W_b \\ &= \frac{29 \text{ kali siklus/shift}}{420 \text{ menit}} \times 18,35 = 1,267 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa operator sortir menerima beban kerja pada setiap *shift* sebesar 1,267 atau jika dipersenkan sebesar 126,7%. Nilai beban kerja operator sortir cukup besar karena hanya terdapat 1 operator. Oleh karena itu perlu dilakukan penambahan 1 operator terutama pada saat permintaan sedang tinggi seperti pada bulan Februari dan Juni 2017.

8) Penentuan jumlah operator

Setelah melakukan perhitungan beban kerja, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan jumlah operator yang ideal atau tepat. Tingginya beban kerja yang diterima operator sortir dapat menyebabkan *human error* sehingga dibutuhkan penambahan operator. Berikut ini merupakan perhitungan jumlah operator yang ideal untuk operator sortir.

$$\text{Beban kerja} = \frac{\frac{29 \text{ kali siklus/shift}}{2 \text{ operator}}}{420 \text{ menit}} \times 18,35 = 0,634$$

Setelah melakukan perhitungan jumlah operator yang ideal, maka diperoleh beban kerja baru yang diterima oleh setiap operator sortir sebesar 0,634 atau jika dipersenkan sebesar 63,4% dengan penambahan sebanyak 1 operator. Apabila penambahan operator maka jumlah operator sortir yaitu sebanyak 2 operator. Nilai beban kerja sebesar 63,4% tergolong cukup rendah karena dapat dindikasikan bahwa operator akan sering istirahat daripada sebelumnya dengan nilai beban kerja sebesar 126,7%. Pada permasalahan ini, perusahaan akan mengalami kerugian dengan membayar upah operator yang lebih sering mengganggu tetapi dengan nilai beban kerja sebesar 63,4% beban kerja operator akan menjadi lebih mudah dan mengurangi terjadinya *human error*. Sehingga benang plastik yang tidak sesuai spesifikasi akan lebih tersortir agar tidak digunakan pada proses perajutan. Pembagian kerja setelah dilakukan penambahan operator yaitu elemen kerja membersihkan sisa-sisa benang plastik, mencatat jumlah produk cacat dan pengaturan mesin dilakukan operator baru karena lebih mudah dan ringan untuk dilakukan. Sedangkan untuk elemen kerja pengecekan benang plastik dan inspeksi produk cacat dilakukan oleh operator lama karena butuh ketelitian dan kecepatan. Sesuai dengan penjelasan sebelumnya, penambahan operator diperlukan ketika saat permintaan tinggi seperti pada bulan Februari dan Juni 2017.

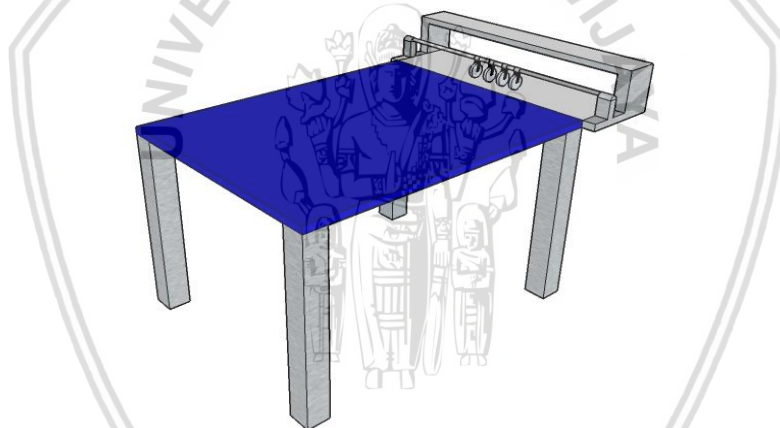
d. Penambahan operator

Penambahan operator dilakukan ketika pada saat permintaan sedang tinggi seperti pada bulan Februari dan Juni 2017. Jumlah penambahan operator yang dibutuhkan yaitu sebanyak 1 operator. Diperkirakan gaji operator yaitu Rp 145.000,00/hari dan hari kerja efektif 6 hari dalam seminggu. Sehingga dapat di estimasikan biaya gaji operator perbulan yaitu Rp 145.000,00/hari x 24 hari = Rp 3.480.000,00. Oleh karena itu, dengan penambahan 1 operator diharapkan benang plastik yang rusak dan tidak sesuai spesifikasi dapat tersortir agar tidak digunakan pada proses perajutan sehingga dapat mengurangi jumlah produk cacat pada proses produksi karung plastik.

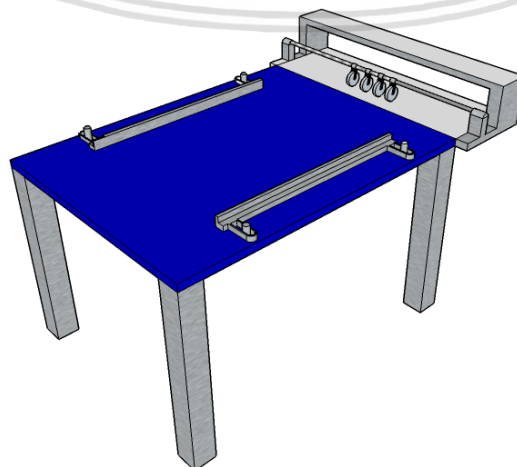
3. Pengatur posisi pemasangan karung plastik

Rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan untuk mengurangi cacat miss print karena kesalahan pemasangan karung plastik pada mesin *printing* adalah dengan

menambahkan alat pengatur posisi pemasangan karung plastik. Apabila tidak ada pengatur posisi pemasangan karung plastik, dapat menyebabkan operator kesulitan dalam memasang karung plastik mesin *printing* sehingga menghasilkan produk cacat miss print. Pengatur posisi pemasangan karung plastik ditambahkan pada meja kerja mesin *printing* dan dapat diatur sesuai dengan lebar karung plastik yang akan dicetak pada mesin *printing*. Tujuan dari penambahan alat pengatur posisi pemasangan karung plastik ini agar posisi karung plastik tepat dan tidak mudah bergeser sehingga operator lebih efektif dalam memasang karung plastik ke mesin *printing* dan mengurangi *human error*. Kesalahan dalam pemasangan posisi karung plastik pada mesin *printing* dapat menyebabkan posisi gambar dan tulisan yang dicetak menjadi miring atau tidak center sehingga tidak sesuai dengan spesifikasi pelanggan. Berikut merupakan Gambar 4.36 dari meja kerja mesin *printing* dan Gambar 4.37 dari penambahan alat pengatur posisi karung plastik pada meja kerja mesin *printing*.



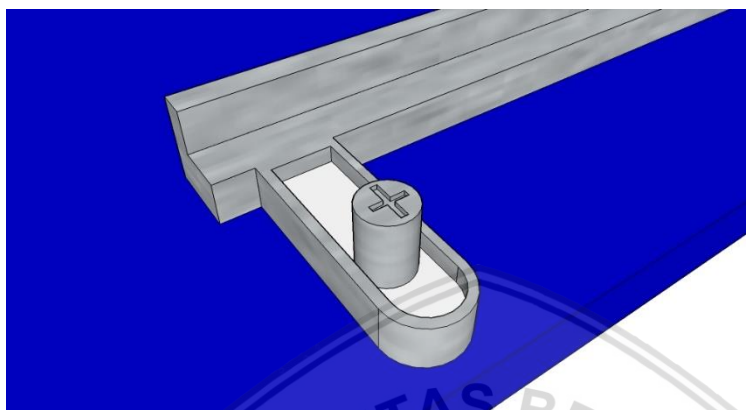
Gambar 4.36 Meja kerja mesin *printing*



Gambar 4.37 Rekomendasi penambahan pengatur posisi pemasangan karung plastik

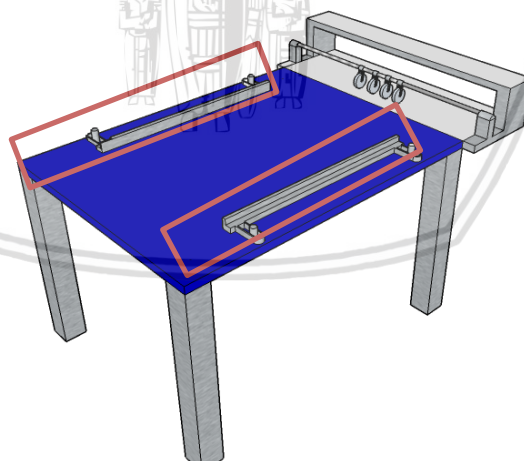
Berikut merupakan beberapa penjelasan cara pengdari pengatur posisi pemasangan karung plastik.

- a. Pertama, kendurkan baut pada bagian atas dan bagian bawah pada pengatur posisi pemasangan karung plastik. Gambar 4.38 merupakan baut dari pengatur posisi pemasangan karung plastik.



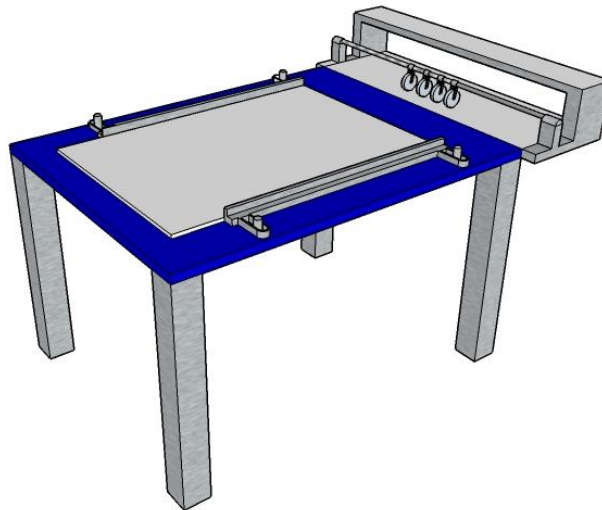
Gambar 4.38 Baut dari pengatur posisi

- b. Geser pengatur posisi pemasangan karung plastik pada bagian kanan dan bagian kiri sesuai dengan lebar karung plastik yang ingin dicetak. Setelah itu, kencangkan baut kembali agar pengatur posisi pemasangan karung plastik posisinya tidak bergeser dan tepat. Gambar 4.39 merupakan alat pengatur posisi pemasangan karung plastik.



Gambar 4.39 Pengatur posisi pemasangan karung plastik

- c. Setelah posisi pengatur karung plastik sudah tepat dan sesuai dengan lebar karung plastik yang ingin dicetak, kemudian letakkan karung plastik. Gambar 4.40 merupakan pemasangan karung plastik.



Gambar 4.40 Pemasangan karung plastik

Jumlah mesin *printing* yaitu sebanyak 5 unit. Penambahan alat pengatur posisi pemasangan karung plastik akan ditambahkan pada masing-masing mesin *printing*. Harga untuk pembelian alat pengatur posisi pemasangan karung plastik yaitu Rp 380.000,00 untuk satu unit. Sehingga dapat di estimasikan mengenai biaya pembelian alat tersebut yaitu $\text{Rp } 380.000,00 \times 5 \text{ unit} = \text{Rp } 1.900.000,00$. Alat tersebut dapat digunakan dalam jangka waktu yang panjang. Oleh karena itu, dengan penambahan alat diharapkan dapat mengurangi jumlah produk cacat yang terjadi.

4. Memberikan pelatihan kepada pekerja

Rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk mengurangi produk cacat karung plastik yaitu dengan melakukan pelatihan kepada pekerja yang bekerja pada bagian proses produksi karung plastik. Berikut merupakan dua rekomendasi pelatihan yang dapat diberikan.

- a. Pelatihan kepada pekerja perlu dilakukan dengan tujuan untuk melatih pekerja agar dapat memahami, menjalankan dan mampu melakukan pekerjaan yang akan ditugaskan kepadanya dengan sesuai prosedur produksi perusahaan dan untuk menghindari kemungkinan kesalahan-kesalahan dalam menjalankan tugasnya serta meningkatkan produktivitas dalam pekerjaannya. Pelatihan yang dapat diberikan terkait intruksi dan proses kerja, yaitu suatu proses mengajarkan kepada pekerja baru untuk mendapatkan kemampuan dasar atau *basic skill* yang diperlukan untuk mengerjakan tugas atau pekerjaan sesuai dengan bidangnya dan tugas masing-masing. Pelatihan diberikan ketika pekerja baru pertama kali bergabung dengan perusahaan dengan tujuan agar pekerja dapat melakukan pengoperasian mesin dengan benar dan dapat menjalankan prosedur produksi sesuai dengan acuan yang

dimiliki oleh perusahaan agar mendapatkan hasil kerja yang sesuai. Pelatihan sangat diperlukan agar pekerja dapat menjalankan proses produksi dengan baik dan tepat. Berikut merupakan beberapa proses yang harus dilakukan dalam menyediakan materi pelatihan.

- 1) Melakukan analisis kebutuhan yaitu dengan mengidentifikasi kebutuhan pelatihan dan tujuan dan kriteria pelatihan yang akan diberikan kepada pekerja.
- 2) Melakukan perancangan instruksi pelatihan yaitu dengan membuat konten pelatihan program seperti jadwal pelatihan, materi pelatihan dan bahan untuk ujian.
- 3) Validasi yaitu mempresentasikan terlebih dahulu konten pelatihan program tersebut kepada grup kecil untuk mengetahui apakah penyajian materi pelatihan sesuai untuk diberikan kepada pekerja.
- 4) Mengimplementasikan program pelatihan dengan melakukan pelatihan aktual kepada pekerja baru yang ditargetkan.
- 5) Evaluasi yaitu melakukan penilaian terhadap program pelatihan apakah berhasil atau gagal.

Setelah dilakukan program pelatihan untuk mengetahui apakah pekerja baru tersebut sudah memenuhi standar dasar atau *basic standard* yang dibutuhkan oleh pekerjaannya, maka dilakukan ujian baik teori maupun praktek.

- b. Pelatihan dengan penerapan dari rekomendasi yang diberikan berupa *checklist setting* mesin *circular loom* dan mesin *printing* pada proses perajutan dan pencetakan yang akan digunakan dalam proses produksi. Pelatihan dilakukan agar pada pelaksanaan pengisian *checklist* tepat dan dapat meminimasi terjadinya kesalahan dalam pengisian *checklist*. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemberian pelatihan dari penerapan rekomendasi sebagai berikut.

- 1) Pada *checklist* terdapat beberapa langkah prosedur yang harus dilakukan, pekerja yang sedang bertugas harus memastikan bahwa seluruh prosedur yang dilakukan dan dikerjakan tepat dan sesuai dengan yang tertulis pada *checklist* tersebut. Pekerja yang berugas memberikan tanda (✓) apabila prosedur telah dilakukan sesuai dengan *checklist* yang ada dan memberikan tanda (×) apabila prosedur tidak sesuai dengan *checklist* dan memberikan keterangan pada kolom yang telah disediakan.
- 2) Melakukan perekapan dari hasil *checklist* yang telah dilakukan pada setiap harinya untuk mengetahui dan mengevaluasi hasil kerja yang dilakukan, apakah

masih terdapat pekerjaan yang dilakukan tidak sesuai dengan *checklist* ataupun prosedur yang ada.

- 3) Melakukan pengisian *checklist* setiap kali pekerja akan memulai melakukan proses produksi. *Checklist setting* mesin *circular loom* dilakukan pada saat pekerja akan melakukan *setting* untuk setiap pergantian benang plastik yang akan dilakukan proses perajutan. Sedangkan *checklist setting* mesin *printing* dilakukan pada saat operator akan melakukan *setting* untuk setiap pergantian spesifikasi gambar dan tulisan pada karung plastik.

Pelatihan sangat diperlukan dalam kesepahaman untuk menjalankan proses. Pelatihan diberikan sebanyak satu kali pada setiap operator. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak perusahaan, pekerja yang perlu dilakukan pelatihan sebanyak 12 orang. Biaya untuk melakukan pelatihan yaitu Rp 300.000,00/pekerja. Maka dapat di estimasikan biaya melakukan pelatihan pekerja yaitu $\text{Rp } 300.000,00/\text{pekerja} \times 12 \text{ pekerja} = \text{Rp } 3.600.000$. Dengan adanya pelatihan kepada pekerja, diharapkan pekerja dapat melakukan pengoperasian mesin dengan benar dan dapat menjalankan prosedur produksi sehingga dapat mengurangi jumlah produk cacat yang terjadi.

4.6 Pembahasan

Pada sub bab pembahasan dijelaskan kembali mengenai upaya untuk mengurangi jumlah cacat produk karung plastik di PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. dengan menggunakan metode *Six sigma* yang sudah dijabarkan pada sub bab sebelumnya. Pada metode *Six sigma* menggunakan siklus DMAI (*Define, Measure, Analyze* dan *Improve*) untuk menuju nol kegagalan atau *zero defect*.

Terdapat permasalahan yang dihadapi oleh PT. Yanaprima Hastapersada Tbk yaitu masih banyak jumlah produk cacat pada proses produksi karung plastik dengan persentase jumlah produk cacat melebihi batas yang diizinkan perusahaan (>3%). Dengan permasalahan yang ada dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan seperti pengurangan pemasukan dimana harus menjual produk dibawah harga patokan karena produk yang dihasilkan cacat dan menimbulkan adanya keluhan dari pelanggan karena produk tidak sesuai dengan spesifikasi.

Pada tahap *define* dilakukan identifikasi masalah terhadap tiga jenis cacat yaitu anyaman berlubang, anyaman renggang dan miss print. Dari jenis cacat anyaman berlubang memiliki *Critical to Quality* (CTQ) yaitu tidak terdapat lubang pada anyaman , untuk jenis cacat anyaman renggang memiliki *Critical to Quality* (CTQ) yaitu anyaman rapat dan rapi dan

untuk jenis cacat anyaman miss print memiliki *Critical to Quality* (CTQ) yaitu hasil *print* rapi dan merata. Berdasarkan analisis dengan menggunakan diagram pareto, terdapat tiga jenis cacat paling berpengaruh yaitu anyaman berlubang, anyaman renggang dan miss print. Jumlah ketiga jenis cacat tersebut sebesar 88,3% berarti untuk menyelesaikan permasalahan produk cacat yang dihasilkan hanya perlu dikhususkan pada jenis cacat yang paling berpengaruh yaitu dengan persentase kumulatif jumlah cacat sebesar 80%. Oleh karena itu pada penelitian ini difokuskan pada ketiga jenis cacat tersebut.

Pada tahap *measure* dilakukan perhitungan statistik dengan menggunakan peta kontrol p dimana menunjukkan terdapat beberapa observasi yang berada diluar batas kendali. Berdasarkan hasil dari peta kontrol, terdapat 4 observasi yang berada diluar batas kontrol untuk jenis cacat anyaman berlubang dan renggang serta 3 observasi yang berada diluar batas kontrol untuk jenis cacat miss print. Hasil dari peta kontrol menunjukkan bahwa variasi proses disebabkan oleh penyebab khusus dan perlu dilakukan analisis untuk mencari dan mengetahui penyebabnya. Setelah itu dilakukan perhitungan DPMO dimana didapatkan nilai sebesar 11.189,115 yang artinya dari satu juta kesempatan yang ada, akan terdapat 11.189,115 lembar kemungkinan bahwa proses produksi karung plastik akan menghasilkan produk cacat dengan nilai *level sigma* sebesar 3,787 dan kapabilitas proses sebesar 1,267. Dari hasil perhitungan kapabilitas proses menunjukkan bahwa proses cukup mampu untuk menuju proyek *Six sigma*. Tetapi, perlu dilakukan peningkatan proses untuk mengurangi jumlah produk cacat agar jumlah cacat yang kurang dari target perusahaan ($\leq 3\%$) dan menuju *zero defect* dalam mencapai tujuan proyek *Six sigma* dengan capaian $C_p \geq 2$ dengan peningkatan kapabilitas proses.

Pada tahap *analyze* dimulai dari melakukan perhitungan biaya dari menjual produk dibawah harga patokan akibat dari produk cacat (*internal failure cost*). Biaya kegagalan internal yang dihasilkan sebesar Rp 70.790.067,00 selama 12 bulan sedangkan apabila produk tersebut memiliki kualitas baik dihasilkan biaya sebesar Rp 232.595.933,00. Selisih biaya dari menjual produk dibawah harga patokan dengan menjual produk dengan harga normal yaitu sebesar Rp 161.805.867,00 dimana selisih biaya yang diterima perusahaan cukup besar dan dapat merugikan perusahaan sehingga perlu dilakukan penanganan lebih lanjut. Kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan diagram sebab akibat pada faktor mesin, manusia, material dan metode dari masing-masing jenis cacat dan dicari penyebab potensial dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Dari hasil FMEA ditemukan 3 penyebab potensial dari cacat anyaman berlubang dan renggang yaitu kurang memantau proses perajutan, sensor pada *shuttle* kurang peka dan operator melakukan

kesalahan *setting* dengan memiliki nilai RPN masing-masing sebesar 252,245 dan 192. Sedangkan terdapat 2 penyebab potensial dari jenis cacat miss print yaitu kesalahan pemasangan karung plastik dalam mesin *printing* dan posisi *roll anilox* tidak tepat dengan nilai memiliki nilai RPN masing-masing sebesar 224 dan 168. Setelah menemukan nilai RPN tertinggi dari masing-masing jenis cacat maka selanjutnya diberikan rekomendasi perbaikan terhadap ketiga jenis cacat tersebut.

Pada tahap *improve* terdapat 4 rekomendasi yang diberikan untuk membantu menyelesaikan permasalahan yang ada. Pertama menggunakan *checklist* yang berisi langkah-langkah yang harus dilakukan oleh operator untuk melakukan pengecekan terhadap *setting* mesin *circular loom* dan mesin *printing*. Kedua memberikan rekomendasi kurang memantau proses produksi dengan melakukan penambahan operator. Pada saat ini operator sortir terindikasi beban kerja berlebih sehingga tingkat kelalaian untuk menyortir benang rusak atau tidak sesuai spesifikasi cukup besar. Sebelum melakukan penambahan operator, dilakukan analisis beban kerja terlebih dahulu dengan menggunakan pengukuran langsung yaitu *stopwatct time study*. Hasil dari perhitungan beban kerja didapatkan beban kerja yang diterima operator yaitu 1,267 atau 126,7% selama satu *shift*. Beban kerja yang diterima operator sangat besar sehingga perlu penambahan operator sebanyak 1 operator terutama pada saat permintaan tinggi. Setelah dilakukan penambahan operator, dilakukan perhitungan kembali dan hasilnya sebesar 0,634 atau 63,4%. Dapat disimpulkan bahwa penambahan 1 operator dirasa cukup karena masing-masing operator akan menerima beban kerja sebesar 64,3%. Dengan nilai beban kerja tersebut terdapat keuntungan dan kerugian bagi perusahaan. Ketiga dilakukan penambahan alat yaitu pengatur posisi pemasangan karung plastik pada meja kerja mesin *printing* untuk memudahkan operator dalam pemasangan karung sehingga posisi karung plastik tepat dan tidak mudah bergeser. Terakhir adalah melakukan pelatihan kepada pekerja dengan memberikan pelatihan mengenai prosedur kerja dan menjalankan mesin yang digunakan pada proses produk serta memberikan pelatihan untuk melakukan penerapan dari rekomendasi yang diberikan berupa *checklist*. Setelah memberikan rekomendasi perbaikan, dilakukan perhitungan biaya pada masing-masing rekomendasi perbaikan. Biaya kumulatif dari perhitungan masing-masing rekomendasi perbaikan yaitu Rp 9.340.000,00. Jika diasumsikan jumlah biaya produk cacat adalah selalu sesuai dengan data bulan Januari sampai Desember 2017 pada analisis biaya, maka penerapan rekomendasi perbaikan dengan pembuatan *checklist*, penambahan alat posisi pengatur pemasangan karung plastik, penambahan 1 operator dan pelatihan kepada pekerja lebih baik jika dibandingkan dengan biaya pengeluaran produk cacat karena memiliki biaya

lebih rendah. Oleh karena itu, dengan menerapkan rekomendasi perbaikan dapat mengurangi jumlah produk cacat pada proses produksi karung plastik.

Dari penelitian ini dapat menjawab rumusan masalah di PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. dengan mampu memberikan analisis penyebab terjadinya cacat pada produk karung plastik serta memberikan rekomendasi perbaikan. Rekomendasi perbaikan yang diberikan, diharapkan dapat membantuk perusahaan agar dapat mengurangi jumlah produk cacat pada proses produksi karung plastik sebagai upaya untuk mencapai *zero defect* sebagai tujuan *six sigma* yang menjadi metode yang digunakan dalam penelitian ini.





Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V PENUTUP

Pada bab terakhir ini berisi mengenai kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan menjawab dari rumusan masalah pada PT. Yanaprima Hastapersada Tbk. Kemudian akan diberikan saran yang berkaitan dengan penelitian baik yang diperlukan perusahaan maupun penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Terdapat tiga jenis cacat yang paling berpengaruh dan potensial yaitu anyaman berlubang, anyaman renggang dan miss print. *Critical to Quality* (CTQ) dari masing-masing jenis cacat tersebut yaitu tidak terdapat lubang pada anyaman, anyaman rapat dan rapi dimana anyaman rapat arah *shuttle* dan anyaman rapat arah *creel* dan hasil *print* rapi dan merata.
2. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai *Defect per million opportunities* (DPMO), *level sigma* dan kapabilitas proses untuk mengetahui tingkat cacat yang terjadi di proses produksi karung plastik. Nilai DPMO yang diperoleh sebesar 11.189,115 yang artinya satu juta kesempatan yang ada akan terdapat 11.189,115 kemungkinan bahwa pada proses produksi karung plastik akan menghasilkan produk cacat. Nilai *level sigma* yang didapatkan yaitu sebesar 3,787 dan kapabilitas proses sebesar 1,262 yang berarti proses dianggap cukup mampu untuk menuju proyek *six sigma*.
3. Untuk mengetahui penyebab terjadinya cacat pada proses produksi karung plastik dilakukan analisis dengan menggunakan diagram sebab akibat dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan diagram sebab akibat, penyebab cacat anyaman berlubang, anyaman renggang dan miss print dipengaruhi oleh 4 faktor utama yaitu mesin, metode, material dan manusia. Setelah itu, menentukan prioritas permasalahan yang memiliki kontribusi terbesar dari timbulnya ketiga jenis cacat menggunakan FMEA. Hasil analisis yang diperoleh dari FMEA yaitu terdapat 3 permasalahan potensial dari anyaman berlubang dan anyaman renggang dan 2 permasalahan potensial dari cacat miss print. Untuk permasalahan jenis cacat anyaman berlubang dan renggang yaitu kurang memantau proses perajutan oleh operator, sensor

pada *shuttle* kurang peka dan operator melakukan kesalahan *setting* dengan memiliki nilai RPN berturut-turut 252,245 dan 192. Sedangkan untuk jenis cacat miss print yaitu memiliki permasalahan kesalahan pemasangan karung plastik pada mesin *printing* dan posisi *roll anilox* tidak tepat dengan nilai RPN 224 dan 168.

4. Terdapat 4 rekomendasi yang diberikan untuk membantu menyelesaikan permasalahan yang ada. Pertama menggunakan *checklist* yang berisi langkah-langkah yang harus dilakukan oleh operator untuk melakukan pengecekan terhadap *setting* mesin *circular loom* dan mesin *printing*. Kedua memberikan rekomendasi kurang memantau proses produksi dengan diperlukan penambahan operator karena beban kerja yang diterima operator sortir saat ini tergolong besar. Hasil dari perhitungan beban kerja didapatkan beban kerja yang diterima operator yaitu 1,267 atau 126,7% selama satu *shift*. Sehingga perlu dilakukan penambahan operator sebanyak 1 orang. Ketiga dilakukan penambahan alat yaitu pengatur posisi pemasangan karung plastik pada meja kerja mesin *printing* untuk memudahkan operator dalam pemasangan karung sehingga posisi karung plastik tepat dan tidak mudah bergeser. Terakhir adalah melakukan pelatihan kepada pekerja dengan memberikan pelatihan mengenai prosedur kerja dan menjalankan mesin yang digunakan pada proses produk serta memberikan pelatihan untuk melakukan penerapan dari rekomendasi yang diberikan berupa *checklist*.

5.2 Saran

1. Rekomendasi perbaikan yang diberikan kepada perusahaan diharapkan menjadi pertimbangan untuk diterapkan sebagai upaya mengurangi jumlah produk cacat pada proses produksi karung plastik.
2. Penelitian ini dapat dilanjutkan kembali dan diharapkan penelitian selanjutnya sampai dengan tahap *control*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, Dorothea Wahyu. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik: Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas*. Yogyakarta: ANDI.
- Assauri, Sofyan. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Borrer, C. M. 2008. *The Certified Quality Engineer Handbook Third Edition*. Milwaukee: ASQ Quality Press
- Garvin, David A. 1998. *Managing Quality*. New York USA: The Free Press, A Division of Macmillan, Inc.
- Gasperz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA & HACCP*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Greg Brue. 2005. *Six Sigma for Managers*. Jakarta: PT. Media Global Edukasi
- Gasperz, Vincent. 2012. *All In One Management Toolbook*. Jakarta: PT. Percetakan Penebar Swadana.
- Izmet, Mohamad., Novareza, Oyong., & Kusuma, Lalu Tri Wijaya Nata. 2015. *Analisis Upaya Pengurangan Defect Cop Benang Pada Departemen Spinning B2 Dengan Metode Six Sigma (Studi Kasus: PT. Easterntex)*. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri Vol. 3 No. 5. Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya: Malang.
- Montgomery, C. Douglas, 1990, *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. Alih bahasa: Zanzawi Soejoeti, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Montgomery, C. Douglas. 2009. *Introduction to Statistical Quality Control, Sixth Edition*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Park, S.H. 2003. *Six Sigma for Quality Productivity Promotion*. Tokyo: Asian Production Organization.
- Supriyadi, Putri Oktavianti., Setyanto, Nasir Widha., Lukodono, Rio Prasetyo. 2017. *Upaya Pengurangan Defect Plastik Inner dengan Metode Six Sigma di PT. Murni Mapan Makmur.* Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri Vol. 5 No. 7. Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya: Malang.
- Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., & Tjakraatmadja, J. 2006. *Teknik Tata Cara Kerja*. Departemen Teknik Industri ITB. Bandung: Penerbit ITB.
- Syamsiar, Arif Rohman., Novareza, Oyong., & Sulistyarini, Dwi Hadi. 2016. *Penerapan DMAI Six Sigma untuk Meningkatkan Kualitas Proses Packaging Semen*. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri Vol. 4 No. 7. Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya: Malang.
- Syukron, Amin dan Muhammad Kholil. 2013. *Six Sigma Quality for Business Improvement*. Yogyakarta: Graha Ilmu.



- Trijaya, Aditya Supriyadi. 2016. *Analisis Kegagalan Castor 5 Inch Swivel K1 Rem dengan Failure and Effect Analysis*. Yogyakarta: Skripsi Teknik Industri, Universitas Atma Jaya.
- Wahyuni, Hana Catur, Wiwik Sulistyowati dan Muhammad Khamim. 2015. *Pengendalian Kualitas*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas*. Jakarta: Guna Widya

